

## **"Den kemiska bekämpningen av skadlig lövskog har öppnat helt nya vyer för skogsbruket"**

### **- Flygbesprutning med herbicider i Arjeplog 1953-1978**

*"The chemical treatment of harmful deciduous forest has opened up  
new views for forestry"*

*- Aerial spraying with herbicides in Arjeplog 1953-1978*



Foto: Leif Öster. Källa: Domänverket, informationsavdelningen, Landsarkivet Härnösand

**Sandra Laestander**





# Examensarbeten

Fakulteten för skogsvetenskap

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2015:7

## **”Den kemiska bekämpningen av skadlig lövskog har öppnat helt nya vyer för skogsbruket”**

**- Flygbesprutning med herbicider i Arjeplog 1953-1978**

*”The chemical treatment of harmful deciduous forest has opened up  
new views for forestry”*

*- Aerial spraying with herbicides in Arjeplog 1953-1978*

**Sandra Laestander**

### **Nyckelord / Keywords:**

Herbicider, skogsbruk, skogsstruktur, flygbesprutning, lövträd, norra Sverige, fenoxisyror,  
skogshistoria / *Herbicides, forestry, forest structure, aerial spraying, deciduous trees,  
northern Sweden, phenoxy acids, forest history*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2015

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i biologi / *Master degree thesis in Biology*

EX0769, 30 hp, avancerad nivå A2E/ *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Lars Östlund

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Examinator / *Examiner*: Anders Jäderlund

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

*This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.*

# FÖRORD

En dag för drygt tio år sedan ville min morfar visa mig och min syster något. Vi åkte till ett skogsområde inte långt från platsen där han bor, i södra delen av Arjeplogs kommun. Vi vandrade fram i skogen i sakta mak och tittade oss omkring, utan att vara helt säkra på vad det egentligen var morfar ville visa. Så plötsligt stannade han till och frågade om vi lade märke till något särskilt när vi tittade på den skog vi hade framför oss, åt det håll vi var på väg, jämfört med den skog vi just gått i. Och då såg vi det, hur tydligt som helst! Framför oss fanns det i stort sett bara barrträd, möjligtvis skymtade en björkstam långt där borta, medan den skog vi just vandrat fram i förutom tall och gran även hade tydliga inslag av björk. Det var som att passera en gräns och när vi gått över gränsen försvann nästan alla lövträd. Morfar förklarade att den skog vi hade framför oss på 1960-talet hade besprutats med hormoslyr för att bekämpa lövvegetationen, medan den skog vi hade bakom oss inte hade besprutats. Jag blev förvånad och lite tagen över att något som hänt för så länge sedan fortfarande syntes i skogen. Den dagen kom att påverka mig och bilden av den tydliga gränsen mellan den obesprutade och den besprutade skogsmarken väckte frågor. Varför bekämpade man lövträden? Varför hade det inte växt upp några nya lövträd där det besprutats? På hur stora ytor besprutade man egentligen? De frågor som väcktes efter skogspromenaden med morfar och min syster har jag tagit med mig under årens lopp och de kom att bli utgångspunkten till mitt examensarbete. För mig kändes det som en självklarhet att genom examensarbetet försöka få svar på några av mina frågor. Att det blev just i Arjeplog jag undersökte besprutning med herbicider beror till stor del på att jag kommer därifrån.

Jag vill först och främst rikta ett stort och varmt tack till min handledare Lars Östlund för att du visat ett sådant intresse och engagemang för mitt arbete från första början. Med ditt stöd har jag lyckats omvandla mina idéer och frågor till ett färdigt arbete! Våra givande och positiva diskussioner och möten har varit till stor nytta och gett mig nya infallsvinklar till mitt arbete. Jag vill också särskilt tacka Karl-Gerhard Olofsson för att jag fick möjlighet att intervjua dig, det tillförde ytterligare en dimension till mitt arbete att faktiskt ha samtalat med någon som arbetade inom skogsbruket under den aktuella tiden.

Daniel Eriksson, tack för all hjälp med fältarbetet, dina insatser med borren och diametermåttbandet gjorde arbetet betydligt mer tidseffektivt. Tack Torbjörn Josefsson för råd och hjälp gällande metodbeskrivning, statistik och resultatberäkningar. Tack till Anna-Maria Rautio för hjälp med att ta fram kartor till fältarbetet. Jag vill även tacka John-Erik Hansson på Landsarkivet i Härnösand som med goda kunskaper om Domänverkets arkiv har varit till mycket stor hjälp i arbetet med att hitta det historiska källmaterial jag var ute efter, samt för snabba svar på ytterligare frågor om materialet.

Slutligen vill jag tacka Statens fastighetsverk (SFV) för deras ekonomiska bidrag och finansiering av tryckningen av detta examensarbete, och tack till Per Linder för tankvärda synpunkter och kommentarer på mitt arbete.

Umeå den 28 april 2015

Sandra Laestander



## SAMMANFATTNING

Attityden gentemot lövträd och lövskog i norra Sverige började förändras i mitten av 1900-talet. Tidigare var lövträden en resurs inom det agrara samhället, men genom det industriella skogsbrukets utveckling började man alltmer betrakta lövträden som ett problem. Lövträden gav sämre lönsamhet på grund av att de inte efterfrågades inom industrin och lövträden ansågs även hota barrträden och deras föryngring genom sin förmåga att föröka sig vegetativt genom stubbskott och rotskott. Det fick till följd att det inom skogsbruket talades om ett ”lövproblem”. En möjlig och vid den tiden ”modern” lösning på ”lövproblemet” var nyttjandet av herbicider i form av fenoxysyror. Herbiciderna fick stort genomslag inom skogsbruket och flera bekämpningsmetoder utvecklades. Den första flygbesprutningen skedde år 1951. Herbicidanvändningen inom skogsbruket blev dock ifrågasatt av allmänheten och intensivt debatterad. År 1984 stiftades en lag som fastställde ett generellt förbud för spridning av kemiska medel över skogsmark.

Det övergripande syftet med denna studie var att undersöka hur bruket av herbicider mot lövvegetation genom flygbesprutning har påverkat skogen i Arjeplog i Norrbottens län. Jag utförde fältinventeringar i två områden i Arjeplogs kommun för att kunna göra en jämförelse mellan besprutade och obesprutade områden. Dessutom analyserade jag med hjälp av historiskt källmaterial hur skogens struktur förändrats i fältstudieområdena efter besprutning. Genom analys av historiskt källmaterial och en intervju med en pensionerad jägmästare undersökte jag hur stora arealer och vilken typ av skog som flygbesprutades på Domänverkets mark inom Arjeplogs revir. Mitt syfte var även att diskutera kring när, hur och varför lövet bekämpades i de svenska skogarna.

Min fältstudie visar att det finns en betydligt lägre andel lövträd i de besprutade områdena jämfört med respektive obesprutat referensområde. Studien visar även att lövträden i de besprutade områdena har en lägre medelålder jämfört med de obesprutade områdena och det finns dessutom färre äldre lövträd i de besprutade områdena. Analysen av det historiska källmaterialet visar att det fanns mer björk (*Betula* sp.) i respektive fältstudieområde innan besprutningarna utfördes jämfört med idag. På Domänverkets mark inom Arjeplogs revir flygbesprutades totalt 23 000 hektar skogsmark under perioden 1953 till 1978, med ett uppehåll under perioden 1971 till 1977. Det var främst hyggesmark med riklig förekomst av yngre lövvegetation som flygbesprutades.

Jag anser att en stark drivkraft till introduktionen av herbicider mot löv inom det svenska skogsbruket var rationaliseringen av skogsbruket som inleddes i slutet av 1940-talet. Den allmänt negativa inställning till lövträd som rådde inom skogsbruket under 1950–80-talen, i kombination med avsaknaden av skogsbrand, har bidragit till att minska förekomsten av lövträd och kanske framförallt av gamla och döda lövträd.

Utifrån min studie drar jag slutsatsen att flygbesprutning med herbicider mot lövvegetation har gett långvariga effekter på skogsstrukturen. I de besprutade områdena finns, cirka 60 år efter utförda herbicidbehandlingar, en betydligt lägre andel lövträd jämfört med respektive

obesprutat referensområde. Användningen av herbicider har resulterat i ekologiska konsekvenser och långsiktiga effekter som syns i de norrländska skogarna än idag.

Citatet i titeln är hämtat från Ilon (1953). Citatet har fritt översatts till engelska av författaren.

*Nyckelord: Herbicider, skogsbruk, skogsstruktur, flygbesprutning, lövträd, norra Sverige, fenoxysyror*

## ABSTRACT

The attitude towards deciduous trees and deciduous forests in northern Sweden began to change in the mid-1900s. Earlier on, deciduous trees were considered a resource within the agrarian society, but as a consequence of the expanding industrial forestry, deciduous trees were more and more regarded as a problem. Deciduous trees were less profitable because they were not demanded in the industry and deciduous trees were also considered to be a threat against conifers and their regeneration, due to their capacity to regenerate vegetative through shoots from stumps or by sucker shoots. This led to a discussion within forestry about a “deciduous tree problem”. A possible and at that time “modern” solution of the “deciduous tree problem” was the use of chemical herbicides in form of phenoxy acids. The herbicide use in forestry rapidly increased and different application methods were developed. The first aerial spraying of herbicides took place in 1951. However, the herbicide use in forestry were called into question by the public and got intensively debated. In 1984 a law that prohibited use of chemical herbicides on forest land came into force.

The main purpose of this study was to investigate how the use of herbicides to control deciduous vegetation through aerial spraying have affected the forest in Arjeplog in Norrbotten County. I carried out field inventories in two areas within Arjeplog municipality in order to make a comparison between areas that have been sprayed with herbicides and unsprayed areas. Furthermore I used historical records to analyze how the forest structure has changed in the field study areas after herbicide spraying. I analyzed historical records and made an interview with a retired forester to investigate how large areas and what kind of forest that was sprayed with herbicides from the air on the State Forest land in the Arjeplog district. My aim was also to discuss about when, how and why deciduous trees were controlled and suppressed in the Swedish forests.

My field study points out that there is a considerably lower proportion of deciduous trees in the herbicide sprayed areas compared with the unsprayed reference areas. The study also shows that the deciduous trees in the herbicide sprayed areas have a lower mean age compared to the unsprayed areas, and in addition, there are fewer old deciduous trees in the herbicide sprayed areas. The analysis of historical records indicates that there was more birch (*Betula* sp.) in each field study area before the herbicide spraying took place compared with present conditions. On the State Forest land in the Arjeplog district, a total of 23 000 hectares of forest land was aerially sprayed with herbicides between 1953 and 1978, with an intermission from 1971 to 1977. It was mainly clear-cuts with an abundant occurrence of younger deciduous vegetation that were aerially sprayed with herbicides.

I think that a powerful driving force underlying the introduction of herbicides against deciduous vegetation within Swedish forestry was the rationalization of the forest management that began in the late 1940s. The generally negative attitude towards deciduous trees that prevailed within forestry during the 1950s to the 1980s, in combination with lack of forest fire, have contributed to a reduction of deciduous trees, and perhaps, above all a reduction of old and dead deciduous trees.



Based on my study, I conclude that aerial spraying with herbicides to control deciduous vegetation has caused long-term effects on the forest structure. In the herbicide sprayed areas there are, about 60 years after herbicide treatments, a considerably lower proportion of deciduous trees compared with each unsprayed reference area. The use of herbicides has resulted in ecological consequences and long-term effects that still today are evident in the forests of northern Sweden.

The quotation in the title is taken from Ilon (1953). The quotation has been freely translated into English by the author.

*Keywords: Herbicides, forestry, forest structure, aerial spraying, deciduous trees, northern Sweden, phenoxy acids*

# INNEHÅLL

FÖRORD.....	2
SAMMANFATTNING .....	3
ABSTRACT .....	5
1. INLEDNING .....	9
1.1 Syfte och frågeställningar.....	12
2. MATERIAL OCH METODER .....	13
2.1 Historik: Kemisk lövbekämpning .....	13
2.1.1 Flygbesprutning med herbicider.....	15
2.1.2 Herbicider: Debatter, utredningar och lagar.....	18
2.1.3 Medicinska studier om fenoxisyrornas toxikologi .....	19
2.2 Beskrivning av fältstudieområde.....	21
2.2.1 Loholm .....	22
2.2.2 Bäcknäsberget .....	24
2.3 Inventering av fältstudieområdena .....	26
2.3.1 Transektinventering.....	27
2.3.2 Cirkelprovytor .....	28
2.3.3 Loholm medelålders skog, besprutat.....	28
2.3.4 Loholm medelålders skog, obesprutat.....	29
2.3.5 Bäcknäsberget gammal skog, besprutat .....	29
2.3.6 Bäcknäsberget gammal skog, obesprutat .....	29
2.4 Datering av prover.....	30
2.5 Statistisk analys .....	31
2.6 Analys av historiskt källmaterial.....	31
2.7 Intervju .....	33
3. RESULTAT .....	34
3.1 Loholm .....	34
3.1.1 Skogens tillstånd innan besprutning enligt analys av historiskt källmaterial.....	34
3.1.2 Flygbesprutningar.....	35
3.1.3 Fältinventering .....	36
3.2 Bäcknäsberget .....	40
3.2.1 Skogens tillstånd innan besprutning enligt analys av historiskt källmaterial.....	40

3.2.2 Flygbesprutning.....	41
3.2.3 Fältinventering .....	42
3.3 Flygbesprutade arealer inom Arjeplogs revir enligt analys av historiskt källmaterial...	45
3.4 Flygbesprutade skogstyper inom Arjeplogs revir enligt analys av historiskt källmaterial .....	48
3.4.1 Flygbesprutning år 1955.....	48
3.4.2 Flygbesprutning år 1959.....	49
4. DISKUSSION .....	50
4.1 Jämförelse mellan Loholm besprutat och obesprutat .....	50
4.2 Jämförelse mellan Bäcknäsberget besprutat och obesprutat .....	56
4.3 Flygbesprutningens effekter på skogsstrukturen .....	60
4.3.1 Herbicidernas effekter på älgarnas bete .....	62
4.4 Flygbesprutning inom Arjeplogs revir .....	63
4.4.1 Flygbesprutade skogstyper inom Arjeplogs revir .....	65
4.5 Debatten kring herbicider mot löv .....	65
4.6 Herbicider i skogsbruket: Sverige i ett internationellt perspektiv .....	69
4.7 Varför bekämpades lövet i de norrländska skogarna och vilka möjliga konsekvenser har det gett? .....	71
4.8 Tankar kring fältarbetet och källmaterialet .....	74
4.9 Slutord: Lövskog och herbicider i norra Sverige .....	75
5. REFERENSER.....	78
Litteratur.....	78
Muntlig referens .....	83

# 1. INLEDNING

De senaste 150 åren har de norrländska skogarna genomgått stora förändringar i och med det moderna skogsbrukets införande. Under 1840-talet utvecklades sågverksindustrin snabbt på grund av den ökade efterfrågan av virke från de industrialiserade länderna i Europa (Ebeling 1972, Enander 2007b). Denna efterfrågan var drivkraften till exploateringen av norra Sveriges skogar och en så kallad ”timmerfront” drog norrut och inåt landet (Björklund 1984, Östlund m.fl.1997). Avverkningarna skedde genom dimensionshuggningar eller timmerblädningar som de också kallades, vilket var en selektiv metod där enbart de grövsta och mest värdefulla träden avverkades (Holmgren, 1959, Östlund m.fl.1997). De genomhuggna skogarna lämnades utan att några föryngringsåtgärder utfördes (Holmgren, 1959, Ebeling 1972), något som redan under den tiden kritiserades. En av kritikerna var skogsforskaren och jägmästaren Örtenblad, som menade att timmerblädningar varken säkerställde föryngring eller beståndsvård och han ansåg att en utförd timmerblädning i princip aldrig kunde ge upphov till nöjaktig föryngring (Örtenblad 1893). Örtenblad förespråkade modifikationer av timmerblädningen där ett absolut villkor för den naturliga föryngringen och kulturen var att luckor eller kalhyggen anlades, för att uppnå en rationell föryngring av skogen (Örtenblad 1887). Trots Örtenblads förslag fortsatte i praktiken timmerblädningarna att vara den dominerande avverkningsmetoden i norra Sverige under slutet av 1800-talet (Holmgren 1959). De skogsvårdsåtgärder som under denna tid ansågs vara bäst för att stimulera återväxten var bränning och naturlig föryngring medan åtgärder som skogsodling, röjning och gallring inte förekom alls eller i ytterst begränsad omfattning före år 1900 (Enander 2007b, Lundmark m.fl.2013).

I början av 1900-talet användes både selektiva avverkningsmetoder och kalhuggning men från 1910 och framåt, samtidigt som massaindustrin expanderade, förespråkades trakthyggesbruket alltmer vilket ledde till att metoden började tillämpas på flera platser i norra Sverige (Lundmark m.fl.2013). Samtidigt som kalhyggesbruket började praktiseras på fler platser var fortfarande blädningens bruket det dominerande skötselsystemet (Holmgren 1959). I samband med att virkesbehovet till massaindustrin ökade avverkades även träd med klenare dimensioner vid blädningarna (Ebeling, 1972). Den successiva utglesningen av de norrländska skogarna gav upphov till glesa genomhuggna skogar som av överjägmästare Fredrik Ebeling beskrevs som ”jättelika arealer förvildade hyggen med lövsly och skräpskogsgrupper, söndertrasade och glesa restskogar” (Ebeling 1959a). Dessa skogar har kallats ”gröna lögner” och anfördes av dåtidens jägmästare som ett motiv till införandet av ett mer modernt skogsbruk med kalavverkningar och efterföljande föryngringsåtgärder (Lisberg Jensen 2011, Lie m.fl. 2012, Lundmark m.fl.2013). Ett storskaligt restaureringsarbete inleddes i slutet av 1940-talet i de norrländska skogarna, där de så kallade ”förvildade hyggena” sattes i mer produktivt skick och nya hyggen snabbt återbeskogades, framförallt genom skogsodling, men även genom självföryngring på marker med tillräckligt naturligt plantuppslag (Enander 2007b). I cirkulärskrivelse nummer 1/1950 formulerade Domänverket riktlinjerna för sitt restaureringsarbete i ett 20-årigt program, där det viktigaste var att all äldre kalmars skulle sättas i produktivt skick och att återbeskogning av nytillkommen kalmars skulle ske så snabbt som möjligt (Enander 2007b). Det moderna skogsbruket med trakthyggesbruk fick ett stort

genomslag och många skogar omvandlades från utglesade naturskogar med höga naturvärden till likåldriga, skötta produktionsskogar (Östlund m.fl. 1997).

Inom trakthyggesbruket återbeskogas den avverkade skogsmarken genom plantering, sådd eller naturlig föryngring och därför har föryngringsfrågan en central roll i detta skötselsystem. Under 1930–50-talen användes olika metoder för att underlätta föryngringen, bland annat hyggesbränning, skärmställningar och hyggesrensning. Hyggesrensning var den dominerande skogsvårdsåtgärden och innebar att kvarlämnade skadade träd och buskvegetation avlägsnades från hygget (Ebeling 1959a). Även äldre björk (*Betula* sp.) och asp (*Populus tremula* L.) fälldes eller ringbarkades. Hyggesrensningen kunde även utföras innan avverkning, vilket innebar att småträd höggs bort före avverkningstillfället. Målet med hyggesrensningen var att ”städa” skogen och att döda all oönskad vegetation på en föryngringsyta (Ebeling 1972, Öckerman 1993). Till den önskade vegetationen hörde lövträd. Lövträden gav sämre lönsamhet på grund av att de inte efterfrågades inom industrin (Bärring 1965). I 1948 års skogsvårdslag infördes två grundregler, vilka var principen om lönsamhet och principen om jämn och uthållig avkastning (Enander 2007a), och till följd av detta ville man inom skogsbruket begränsa lövträdsförekomsten. Lövträden ansågs även utgöra ett problem på grund av sin förmåga att föröka sig vegetativt genom stubbskott och rotskott, något som försvårade hyggesrensningen (Bärring 1965). Vid hyggesrensning kunde inte lövvegetationen dödas genom fällning eller ringbarkning, utan stubbskott och rotskott slog snabbt upp och förvärrade situationen. Det talades om ett ”lövproblem” inom skogsbruket eftersom lövträden ansågs konkurrera med barrträden om näring och livsutrymme, samt för asp, att den bidrog till spridning av knäckesjuka (Ebeling 1959a, Bärring 1965).

Historiskt sett har lövträden dock inte ansetts utgöra ett problem utan mer betraktats som en värdefull resurs. I norra Sverige var björken viktig som vinterfoder till getter och får, virket var användbart till slöjd och annat husbehov och björkveden utgjorde dessutom viktigt bränsle (Dannfelt 1959). Lövvirket var också en viktig resurs för utvinningen av pottaska (Östlund & Zackrisson 2000). Vid framställning av pottaska var råvaran lövved, framförallt äldre, död eller döende björk och asp, som brändes till aska (Östlund & Zackrisson 2000). Pottaskan användes vid tillverkning av bland annat såpa, glas och färgämnen och var en lönsam verksamhet för bönderna, men den påverkade också skogen genom lokalt stora uttag av lövträd (Östlund & Zackrisson 2000, Bernes 2011, Valeur 2014).

Under andra världskriget förbrukades mycket lövvirke till ved och gengas, som användes för fordonsdrift (Valeur 2014). Det var efter krigets slut, i samband med 1948 års skogsvårdslag och införandet av det rationella skogsbruket som attityderna förändrades och lövträden började betraktas som hot mot barrträden och deras föryngring (Axelsson m.fl. 2002). Det dröjde emellertid inte länge innan skogsbruket fick tillgång till en möjlig lösning på lövproblemet, vilken var nyttjandet av kemiska bekämpningsmedel (Ebeling 1959a). De herbicider som introducerades inom skogsbruket kallades till en början hormonderivat och hade tidigare främst förekommit inom jordbruket och för att bekämpa lövvegetation på banvallar (Lisberg Jensen 2006). Herbiciderna bestod av de klorerade fenoxisyrorna 2,4-D, diklorfenoksiättiksyra, och 2,4,5-T, triklorfenoksiättiksyra och ett av preparaten hade

produktnamnet Hormoslyr 64, vilket var det namn som fenoxisyrorna blev mest kända under (Enander 2007a, Lisberg Jensen 2006). Fenoxisyrorna liknande i sin kemiska struktur indolyättiksyran auxin, vilket är ett naturligt tillväxthormon hos växter, som i låga koncentrationer stimulerar tillväxten men i högre koncentrationer är giftig för växterna och kan döda deras blad och hämma knopp- och skottbildning (Anon. 1974). Den kemiska lövbekämpningen kunde antingen utföras som hyggesrensning före plantering eller sådd eller som röjning när föryngringen av barrträd nått en viss utveckling (Anon. 1974).

Fenoxisyrorna fick stort genomslag inom skogsbruket och flera olika bekämpningsmetoder utvecklades. Syrorna fanns tillgängliga i esterform eller saltform, där estrarna användes för besprutning från marken eller luften. Från marken kunde besprutningen antingen ske manuellt med ryggspruta eller motormanuellt med traktor. Från luften användes helikopter eller fastvingeplan. Saltformen användes vid fickning, vilket var en bekämpningsmetod för enskilda träd, där bekämpningsmedlet droppades i fickor i stammen (Anon. 1974).

De första åren utfördes besprutningarna från marken men redan år 1951 skedde den första flygbesprutningen (Lundberg 1952). Spridningen av fenoxisyror fortlöpte under 1950- och 60-talen utan att uppmärksammas i någon högre utsträckning (Enander 2002). I slutet av 1960-talet och början av 1970-talet började dock herbicidanvändningen inom skogsbruket ifrågasättas och allmänhet och massmedia misstänkte att sjukdoms- och dödsfall bland människor och djur hade samband med spridningen av herbicider (Enander 2002). Debatten ledde till granskningar och utredningar av olika expertgrupper angående herbicidernas farlighet. Följden av dessa utredningar blev perioder med tillfälliga förbud för användningen av fenoxisyror inom skogsbruket under 1970- och 80-talen (Enander 2007a). År 1984 stiftades en lag som fastställde ett generellt förbud för spridning av kemiska medel över skogsmark och sedan 1986 har ingen flygbesprutning mot lövvegetation förekommit i Sverige (Enander 2002).

Den fas av skogsbruket där lövträd ansågs utgöra ett problem och i stor skala motverkades med herbicider ligger numera bakom oss. Idag värderas lövträden högt, framförallt på grund av att massaindustrin efterfrågar löv. Exempelvis betalar skogsbolagen för närvarande ett högre grundpris för björkmassaved än för barrmassaved (Anon. 2015). Lövträden värderas även högt för deras betydelse för den biologiska mångfalden och för att de bedöms kunna tolerera kommande klimatförändringar bättre än exempelvis granen (Bernes 2011). Men vilken påverkan hade egentligen den storskaliga användningen av herbicider för bekämpning av lövvegetation på skogen? Kan tydliga effekter av tidigare herbicidanvändning fortfarande ses i de behandlade skogarna?

## 1.1 Syfte och frågeställningar

Det övergripande syftet med detta examensarbete är att undersöka hur bruket av herbicider mot lövvegetation genom flygbesprutning har påverkat skogen i Arjeplogs kommun i Norrbottens län. I arbetet ingår både detaljerade studier på beståndsnivå och analyser av Domänverkets skogsmark inom Arjeplogs revir under perioden 1950-80. Mitt fältstudieområde ligger i Arjeplogs kommun och omfattar två områden, där det ena området valdes på grund av att det flygbesprutades i hyggesfasen och det andra området valdes därför att det består av flygbesprutad naturskog. I studien ingår en analys av skogens struktur och tillstånd före och efter besprutning, en jämförelse mellan besprutade och obesprutade områden samt en beskrivning av flygbesprutning på Domänverkets mark inom Arjeplogs revir. Min hypotes är att flygbesprutning med herbicider har gett upphov till en brist av gamla lövträd i de behandlade områdena och om det finns lövträd där bör dessa huvudsakligen vara etablerade efter tidpunkten för besprutning.

De specifika frågor jag vill ha svar på är:

- 1) Vilka skillnader kan ses mellan ett kulturskogsområde som besprutats med herbicider i hyggesfasen jämfört med ett likartat obesprutat område med avseende på trädslagsblandning, förekomst av lövträd samt diameter- och åldersfördelning av lövträd?
- 2) Vilka skillnader kan ses mellan ett naturskogsområde besprutat med herbicider och ett likartat obesprutat område med avseende på trädslagsblandning, förekomst av lövträd samt diameter- och åldersfördelning av lövträd?
- 3) Hur har skogens struktur och tillstånd förändrats i fältstudieområdena efter besprutning med herbicider?
- 4) Hur stora arealer flygbesprutades med herbicider på Domänverkets mark inom Arjeplogs revir?
- 5) Vilken typ av skog flygbesprutades på Domänverkets mark inom Arjeplogs revir?

På ett mer generellt plan vill jag sätta in mina resultat från Arjeplog i ett vidare perspektiv och diskutera kring när, hur och varför lövet bekämpades i de svenska skogarna. Jag vill också diskutera hur debatten gick, både lokalt i Arjeplog och i det svenska samhället generellt, kring användandet av herbicider mot löv inom skogsbruket under perioden 1950-1980.

För att besvara mina frågeställningar har jag i detta arbete använt mig av en kombination av metoder och olika typer av datainsamling. Frågeställningarna 1) och 2) besvarades genom att jag utförde en inventering i mina fältstudieområden, där data samlades in genom transektinventering och från cirkelprovtytor. Frågeställning 3) besvarades genom analys av historiskt källmaterial, där handlingar från Domänverket kopplade till fältstudieområdena studerades. Frågeställningarna 4) och 5) besvarades genom analys av historiskt källmaterial, där handlingar från Domänverket kopplade till Arjeplogs revir studerades, samt genom en intervju med en pensionerad jägmästare som från 1962 var verksam inom Arjeplogs revir.

## 2. MATERIAL OCH METODER

Jag har genomfört det här arbetet som en tvärvetenskaplig studie, vilket innebär att jag har kombinerat olika metoder för att besvara mina frågeställningar. Ett tvärvetenskapligt arbetssätt gör det möjligt att svara på komplexa frågor (Thompson Klein 1990) och det tvärvetenskapliga synsättet är viktigt för att få en djupare och bättre förståelse av det studerade ekosystemet (Östlund & Zackrisson 2000, Szabó 2010). I ekologiska studier är det historiska perspektivet ofta viktigt för att man ska kunna förstå och tolka de nuvarande strukturerna och processerna i naturen och historiska studier kan även underlätta beslut om hur ett område bör skötas i framtiden (Szabó 2010). Genom att kombinera flera olika metoder har mina informationskällor kompletterat varandra vilket kan leda till att mina resultat blir mer tillförlitliga (Szabó 2010).

I det här arbetet har jag kombinerat både ekologi och historia för att kunna besvara mina komplexa och skiftande frågeställningar. Jag har utfört studier och inventeringar i fält samt analyserat historiskt källmaterial och jag har dessutom intervjuat en pensionerad jägmästare som arbetade inom skogsbruket under den aktuella tidsperioden.

### 2.1 Historik: Kemisk lövbekämpning

De första försöken med herbicider i det svenska skogsbruket utfördes av jägmästaren Fredrik Ebeling år 1947 (Häggström 1956). Ebeling var även delaktig i utvecklingen av arbetstekniker för ryggburna sprutor och fickningsredskap. Även Statens Skogsforskningsinstitut intresserade sig tidigt för det nya forskningsområdet. Under åren 1948-1952 publicerade forskarna Erik Rennerfelt och Pär Fransson ett antal artiklar i frågan (Bärring 1965). 1952 redovisade Skogsforskningsinstitutet sina resultat från olika fältförsök för bekämpning av björk med hormonderivat. Försöken startade i större skala år 1948 inom Pärälvens, Storbackens och Sikå revir i Nedre Norrbottens överjägmästardistrikt (Fransson 1952). Skogsforskningsinstitutet ansåg att det fanns flera fördelar med att använda fenoxysyror vid bekämpning av björk. Bland dessa fördelar angavs bland annat att fenoxysyrorna hade en selektiv giftverkan, de dödade inte gräs och sädesslag, de var ofarliga för människor och djur och de var prisvärda. Baserat på resultaten från fältförsöken gav Skogsforskningsinstitutet anvisningar om hur björken kunde bekämpas (Fransson 1952). I anvisningarna gavs information om lämpliga preparat och koncentrationer, vilken tidpunkt och väderlek som var mest gynnsam och om besprutningens utförande. De behandlingsformer som rekommenderades var besprutning av björk lägre än 3-4 meter, besprutning av stubbskott, sly och låga träd och behandling med giftfickor i större björkar. En del av anvisningarna behandlade vilken hänsyn som krävdes vid björkbesprutning i bestånd med befintlig föryngring av tall (*Pinus sylvestris* L.) och gran (*Picea abies* (L.) Karst.).

År 1955 övertog Ulf Bärring vid Skogshögskolan ansvaret för försöksverksamheten med herbicider mot löv. Bärring publicerade år 1965 en rapport om behandling av lövträdsvegetation med herbicider som byggde på de resultat som uppnåts i



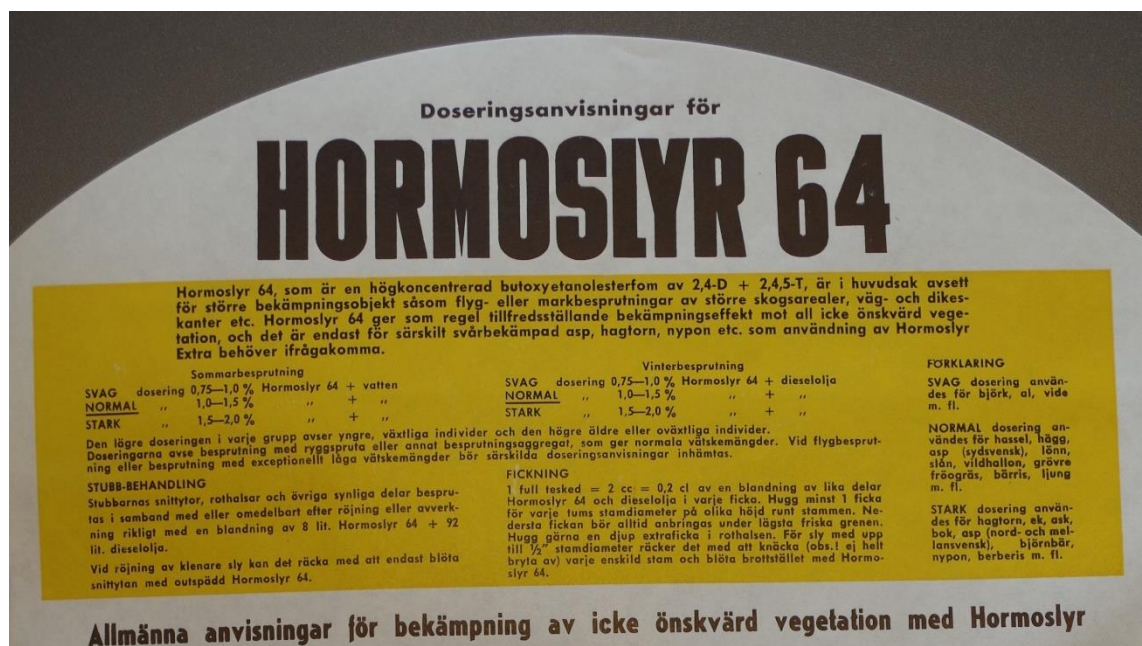
försöksverksamheten (Bärring 1965). I rapporten beskrevs de olika behandlingsmetoder som utvecklats; vilka var bladbesprutning, besprutning av buskar på bar kvist, stambasbesprutning, stubbehandling och fickning. Bladbesprutning kunde ske från marken eller luften (figur 1) och var den behandlingsmetod som var vanligast vid lövbekämpning eftersom den var mest kostnadseffektiv. Till skillnad från fickning där enskilda träd behandlades med outspädda preparat spreds herbiciderna vid bladbesprutning över större ytor och vatten användes som bärare och för att späda ut preparaten (Anon. 1974). Bladbesprutning och fickning utfördes från två till tre veckor efter det att bladen slagit ut helt till sommarens slut. I södra Sverige kunde besprutningarna påbörjas omkring den 1 juni och pågå till omkring den 15 augusti och i norra Sverige kunde besprutningar utföras från ungefär den 15 juni till den 1 augusti (Anon. 1974). I föryngringar med barrträd rekommenderades att besprutningar utfördes så sent som möjligt, efter barrträdens skottsträckning, för att undvika skador på toppskotten (Anon. 1974).



Figur 1. Besprutning med herbicider från luften. Foto: Leif Öster. Källa: Domänverket, informationsavdelningen, Landsarkivet Härnösand.

De fenoxisyror som användes i det svenska skogsbruket var 2,4-D, 2,4,5-T och MCPA, 2-metyl-4-klorfenoxiättiksyra (Anon. 1974, Lisberg Jensen 2006). Vid framställningen av fenoxisyran 2,4,5-T bildades vissa föroreningar varav dioxinet 2,3,7,8-TCDD var den mest giftiga (Lilienfeld & Gallo 1989). Olika arter var olika känsliga för fenoxisyror. 2,4-D ansågs vara lämpligast mot känsliga arter som al (*Alnus* spp. Mill.), björk och sälg (*Salix caprea* L.) och 2,4,5-T var mer effektivt mot motståndskraftiga arter som ek (*Quercus* spp. L.) och övriga ädla lövträd (Anon. 1974). I handelspreparaten blandades ofta 2,4-D och 2,4,5-T i

proportionerna 2:1. Ett av de mest kända preparaten, Hormoslyr 64 (figur 2) bestod av en blandning av 2,4-D och 2,4,5-T i esterform.



Figur 2. Gullviks doseringsanvisningar för Hormoslyr 64. Gullviks Fabriks AB var en av Domänverkets leverantörer av herbicider. Foto: Daniel Eriksson.

I en utredning om spridning av kemiska medel (Anon. 1974) finns för åren 1968 till 1972 statistik över lövbekämpade arealer i Sverige. År 1968 var den behandlade arealen cirka 64 000 hektar, år 1969 behandlades cirka 98 000 hektar skogsmark och år 1970 cirka 92 000 hektar. År 1971 var besprutning förbjuden och då fickades 3 500 hektar. År 1972 var besprutning från marken tillåten och då behandlades cirka 13 000 hektar.

### 2.1.1 Flygbesprutning med herbicider

Till att börja med utfördes besprutningarna från marken men redan år 1951 utfördes de första flygbesprutningarna av Kramfors AB inom ett mindre försöksområde som omfattade cirka 70 hektar (Lundberg 1952, Barring 1965). För själva genomförandet svarade Basbolaget, ett företag med säte i Stockholm som specialiserat sig på bekämpning av olika slags skadegörare. Basbolaget hade en växtskyddsavdelning, en träskyddsavdelning och en skogsskyddsavdelning. Företaget bedrev sin verksamhet inom skogsskydd i samråd med sakkunniga vid Statens Skogsforskningsinstitut (tabell 2:1). Avdelningen för skogsskydd bekämpade skadegörare i skogen, främst genom bepudringar och besprutningar. Basbolaget ansåg att de behöll sin objektivitet gentemot marknaden genom att kunden själv fick välja preparat vid kemisk bekämpning (tabell 2:1). År 1952 flygbesprutade Basbolaget cirka 5000 hektar och år 1953 cirka 13 000 hektar svensk skogsmark (Hedlund 1953). För Domänverket utförde Basbolaget inom Arjeplogs revir bekämpning av löv och lövsly från luften med fenoxysyror för första gången år 1953 (tabell 2:1).



Innan en flygbesprutning kunde äga rum krävdes noggranna förberedelser (tabell 2:1). Basbolaget skickade i förväg ut instruktioner till den ansvarige kronojägaren för hur detta förberedande arbete skulle gå till. Fram till och med år 1955 ingick i det förberedande arbetet att: 1) staka ut markeringslinjer för att markera flygstråk, vilket gjordes med pålar med 30 meters mellanrum, 2) röja och snitsla upp en cirka 2 meter bred gata för att signalballongförarna skulle kunna förflytta sig mellan pålarna (signalballongerna användes för piloterna skulle kunna orientera sig längs flygstråken), 3) iordningsställa landningsplats för helikoptrarna på ett jämnt och fast underlag med tillgång till rent vatten inom 100 meter från flygplatsen, 4) ordna transportvägar, 5) färdigställa kartskisser över området i skala 1:20 000, 6) ange önskemål om preparat och dosering per hektar, 7) beräkna den exakta besprutningsarealen, 8) ordna med handräckningspersonal, där det krävdes 6 markeringsmän och 2 vattenpåfyllare till varje helikopter och, 9) ordna transport av preparat, olja, bensin och vätgas till besprutningsområdet (figur 3). I Basbolagets besprutningskontrakt från år 1955 med Domänverkets revir i Arjeplog, uppgavs att besprutning skulle utföras under perioden 20 juni till 1 augusti under gynnsamma väderförhållanden, vilka var svag vind, obetydlig marktermik och uppehållsväder (tabell 2:1). Från och med år 1956 skedde flygbesprutning främst genom fri flygning, vilket innebar att flygningen utfördes med ledning av naturliga orienteringspunkter i landskapet. Om det inte fanns tillräckligt med naturliga punkter inom besprutningsområdet sattes fasta signaler i form av tyg upp i förväg (tabell 2:1).



Figur 3. Vid flygbesprutning transporterades bränsle och preparat till landningsplatsen, transporterna underlättades om flygplatsen låg nära en väg. Foto: Leif Öster. Källa: Domänverket, informationsavdelningen, Landsarkivet Härnösand.

Under de första åren gav flygbesprutningarna varierande resultat och Skogsforskningsinstitutet inledde studier av flygbesprutade områden för att fastställa vilka faktorer som hade störst inverkan på besprutningsresultatet (Bärring 1965). Resultaten från studierna visade att besprutningsvätskans fördelning var en av de mest avgörande faktorerna för resultatet. Fördelningen av besprutningsvätska påverkades av vind- och termikförhållanden, där svag vind och svag termik nära marken var mest gynnsamt. Bärrings (1965) rekommendationer för ett gott besprutningsresultat var att besprutningsområden skulle ha liknande topografi, att barrskogen i äldre bestånd med stort lövinslag avverkades innan besprutning och att lägsta möjliga flyghöjd skulle eftersträvas. Lägsta flyghöjd kunde uppnås genom att överståndare avverkades innan besprutning.

Norrlands skogsvårdsförbunds kommitté för hormonderivatfrågor och Domänverket gjorde under mitten av 1950-talet uppföljningar av flygbesprutningarna för att se vilka faktorer som mest inverkade på resultatet (Kungliga Domänstyrelsen 1955). De kom fram till att temperaturen efter besprutning hade stor betydelse och att höga temperaturer förbättrade effekten av herbiciderna. En faktor som ansågs påverka besprutningsresultatet negativt var nederbörd i samband med sprutningen. Domänverket bedömde att besprutningar tidigt på sommaren gav bättre effekt än senare besprutning med samma dosering av herbicider. De ansåg även att flygstråkens bredd skulle minskas till 15 meter och påpekade att det var viktigt att terrängen följdes noggrant vid flygning (Kungliga Domänstyrelsen 1955). Domänverket utarbetade doseringsanvisningar för flygbesprutning som tog hänsyn till tidpunkt på sommaren och höjd över havet (Kungliga Domänstyrelsen 1955). För besprutningar inom Arjeplogs revir vilket var beläget i breddgradsområde 66-68 och med en höjd över havet som översteg 400 meter rekommenderades före den 10 juli en dos av Hormoslyr 64 på 2,6 liter per hektar och efter den 10 juli en dos av 3,1 liter Hormoslyr 64 per hektar.

I en senare rapport om spridning av kemiska medel (Anon. 1974) angavs att en svag, jämn vind mellan 1-4 meter per sekund var bättre än vindstilla vid besprutning. Vindstilla förhållanden ökade risken för att uppåtgående luftströmmar spred preparaten utanför behandlingsområdena. I rapporten påpekades också att på grund av termik under soliga dagar skedde flygbesprutning oftast under tidig morgon, kvällar och nätter.

Bladbesprutning var den mest använda behandlingsmetoden och den som utfördes vid flygbesprutning (Anon. 1974). Domänverket beräknade år 1970 kostnaderna för bladbesprutning med olika behandlingsmetoder. I norra Sverige uppgavs kostnaden för flygbesprutning vara 38 kronor per hektar, besprutning med hjälp av traktor kostade 62 kronor per hektar och manuell bladbesprutning uppgavs kosta mellan 100 och 400 kronor per hektar (Anon. 1974). Det var tydligt att flygbesprutning var den billigaste metoden för spridning av herbicider och därför ökade andelen skogsmark som behandlades från luften jämfört med den som behandlades från marken (Anon. 1974). År 1970 besprutades i Sverige 58 procent av den behandlade arealen från luften, 21 procent manuellt, 7 procent besprutades från traktor och 14 procent av den behandlade arealen fickades (Anon. 1974).

### 2.1.2 Herbicider: Debatter, utredningar och lagar

Den kemiska lövbekämpningen med herbicider pågick inom det svenska skogsbruket under 1950- och 60-talen utan att i någon högre grad uppmärksammas bland allmänheten (Enander 2007a). Men i början av 1970-talet bröt en omfattande debatt om det svenska skogsbruket ut (Simonsson m.fl. 2014). Debatten hade sin grund i kritiken och protesterna mot de kemiska bekämpningsmedlen men en rad andra företeelser inom skogsbruket kritiserades också, däribland kalhyggesbruket, gödsling, markberedning, användandet av DDT och plantering av främmande trädarter (Enander 2007b, Simonsson m.fl. 2014). Kritiken mot herbicidanvändningen grundade sig främst på en ovisshet kring medlens hälsorisker och misstankar om att sjukdoms- och dödsfall bland människor och djur hade samband med spridningen av herbicider (Enander 2007a). En händelse som väckte stor uppmärksamhet var rapporten om att ett antal renar i Älvsbyområdet i Norrbotten dött efter att ha betat i ett område besprutat med fenoxisyror (Bovey & Young 1980). Statens Veterinärmedicinska anstalt undersökte prover från de döda renarna och deras slutsats var att svält var huvudorsaken till att renarna dött (Enander 2007b). Trots att renarnas död ansågs bero på svält kvarstod ovissheten bland allmänheten kring herbicidernas hälsoeffekter och farlighet.

Därför tillsatte Giftnämnden (senare Produktkontrollbyrån och numera Kemikalieinspektionen) år 1970 en expertgrupp för att utreda fenoxisyrornas farlighet. Gruppen framförde sina resultat i en vitbok i februari 1971. Expertgruppens samlade slutsatser var att skadliga effekter på djur och människor påvisats först vid doser som var mycket högre än vid normal användning av de olika preparaten (Anon. 1975). Men de ansåg att ytterligare forskning var nödvändig och därför beslutade Giftnämnden den 4 mars år 1971 om ett tillfälligt förbud i användningen av fenoxisyror mot lövsly tills vidare under år 1971. Detta förbud ändrades i februari 1972 och en viss användning av herbicider blev tillåten (Enander 2007a, Lisberg Jensen 2006). Efter intensiva protester beslutade riksdagen den 26 april 1972 om en lag som förbjöd spridning av bekämpningsmedel från luften över annat område än åkermark (Anon. 1974). Sprutning från marken och fickning med herbicider var fortfarande tillåtet.

Under år 1974 och 1975 publicerade Naturvårdsverket två vitböcker om fenoxisyrornas ekologiska effekter och deras påverkan på högre däggdjur och människor. Vitböckerna visade att vegetation som var normalt besprutad med fenoxisyror inte gav upphov till akut förgiftning av viltet. Fenoxisyrornas effekter på insekter, exempelvis bin, var inte tillräckligt utredd. Inga säkra förgiftningsfall hade identifierats hos människor, trots alla rapporter om inträffade sjukdoms- och dödsfall i samband med besprutning med fenoxisyror (Enander 2007b). Men i vitboken om herbicidernas verkan på däggdjur och människor konstaterades att ytterligare forskning krävdes kring fenoxisyrornas eventuella cancerframkallande egenskaper och kring deras genetiska effekter (Enander 2007a).

Trots vitböckernas slutsatser om att fenoxisyrorna inte orsakat några säkra förgiftningsfall hos människor stärktes misstron mot herbiciderna ytterligare av rapporter om medlens effekter på människor och miljö under Vietnamkriget (Enander 2007a). Under kriget i Vietnam användes preparatet Agent Orange, som var en blandning av lika delar 2,4-D och 2,4,5-T, av

amerikanerna för avlövnings i strategiskt syfte (Lilienfeld & Gallo 1989). 2,4-D och 2,4,5-T var samma fenoxisyror som ingick i preparatet Hormoslyr 64 som användes vid besprutning av svensk skogsmark. Rapporterna från Vietnam talade om en ökad frekvens av fosterskador efter spridandet av Agent Orange till följd av det giftiga dioxinet som fanns i fenoxisyrorna 2,4,5-T (Enander 2007a). En kommission tillsatt av den amerikanska vetenskapsakademien fastslog att det data som studierna byggde på inte möjliggjorde några säkra slutsatser och att sambandet mellan Agent Orange och fosterskador inte kunde bevisas (Lilienfeld & Gallo 1989). Detta minskade dock inte allmänhetens oro (Enander 2007a).

En utredning om kemikaliespridning som färdigställdes år 1974 föreslog att förbudet mot spridning av bekämpningsmedel från luften skulle upphöra. Riksdagen beslutade därför att flygbesprutning återigen skulle tillåtas från den 1 juli 1975. Under sommaren 1975 pågick motaktioner och en intensiv mediedebatt kring flygbesprutningarna. Efter fler protester och en ökad osäkerhet kring fenoxisyrornas egentliga hälsoeffekter totalförbjöds fenoxisyrorna 2,4,5-T, som ingick i preparatet hormoslyr, år 1977 (Enander 2002). År 1979 tillsattes en parlamentarisk utredning kring användandet av kemiska medel i skogsbruket och med den följde ett tillfälligt förbud för spridning av alla herbicider mot löv i skog under 1980 och 1981. Den parlamentariska utredningen ledde till en lag om kemiska lövbekämpningsmedel som trädde i kraft 1983. På grund av regeringsskifte hösten 1982 blev den lagen emellertid kortlivad då den nytilträdde regeringen kom med ett ändrat lagförslag. Den nya lagen trädde i kraft 1 januari 1984 och fastställde ett generellt förbud för spridning av kemiska medel över skogsmark (Enander 2007a). Dispens kunde sökas hos skogsvårdsstyrelsen, men besprutningar utfördes inte i någon högre utsträckning efter det att lagen infördes. Sedan 1986 har ingen flygbesprutning mot lövvegetation förekommit i Sverige (Enander 2007a).

### **2.1.3 Medicinska studier om fenoxisyrornas toxikologi**

I slutet av 1960-talet kom den första forskningsrapporten som visade att fenoxisyrorna 2,4,5-T var förorenade med polyklorerade dioxiner, där 2,3,7,8-TCDD var den giftigaste (Lilienfeld & Gallo 1989). I Sverige var Umeåprofessorn Christoffer Rappe en av dem som framhöll riskerna med 2,4,5-T. I början av 1970-talet påpekade han att det var dioxinet TCDD som var det stora miljöproblemet och inte fenoxisyrorna som sådan (Lisberg Jensen 2006). Rappe kritiserade att Giftnämnden i utredningar av döda djur 1970-71 och 1974 undersökt förekomsten av fenoxisyror men inte kontrollerat dioxinhaltarna (Lisberg Jensen 2006). På grund av att fenoxisyrorna 2,4,5-T innehöll dioxin förbjöds den år 1977 i Sverige och i början av 1980-talet i USA och Kanada (Fortier & Messier 2006). Fenoxisyror och dioxiner har satts i samband med en generellt sett ökad risk för cancer, och en ökad risk för mjukdelssarkom och non-Hodgkins lymfom men resultaten från olika studier är inkonsekventa (Kogevinas m.fl. 1997).

International Agency for Research on Cancer (IARC) inledde år 1980 en internationell kohortstudie över individer som arbetat med att producera eller applicera fenoxisyror. Kohortstudien inkluderade i stort sett alla studier av individer som genom arbetet kommit i kontakt med fenoxisyror och undersökte dödligheten i cancer för de inkluderade individerna

(Kogevinas m.fl. 1997). I studien ingick totalt 21 863 individer i 36 kohorter från 12 länder. Kogevinas m.fl. (1997) presenterade resultat från studien som visade att bland de individer som exponerats för fenoxisyror förorenade med TCDD eller andra klorerade dioxiner var dödligheten i mjukdelssarkom högre än förväntat jämfört med nationella dödstal, medan dödligheten i non-Hodgkins lymfom och lungcancer var något högre än förväntat. Bland de individer som exponerats för fenoxisyror utan innehåll av TCDD skilde sig inte dödligheten i non-Hodgkins lymfom och lungcancer från nationella dödstal medan dödligheten i mjukdelssarkom var något högre än förväntat jämfört med nationella dödstal. Slutsatsen av studien var att exponering för herbicider som förorenats med TCDD eller andra klorerade dioxiner kan medföra en liten ökning i risken att drabbas av alla cancerformer och en ökning i risken att drabbas av specifika typer av cancer. Författarna påpekade att de ökade riskerna för cancer var knutna till avsevärt högre exponeringsnivåer av TCDD och andra klorerade dioxiner än de som allmänheten vanligtvis utsätts för. IARC klassade år 1997 dioxinet TCDD som cancerframkallande för människor (IARC 1997).

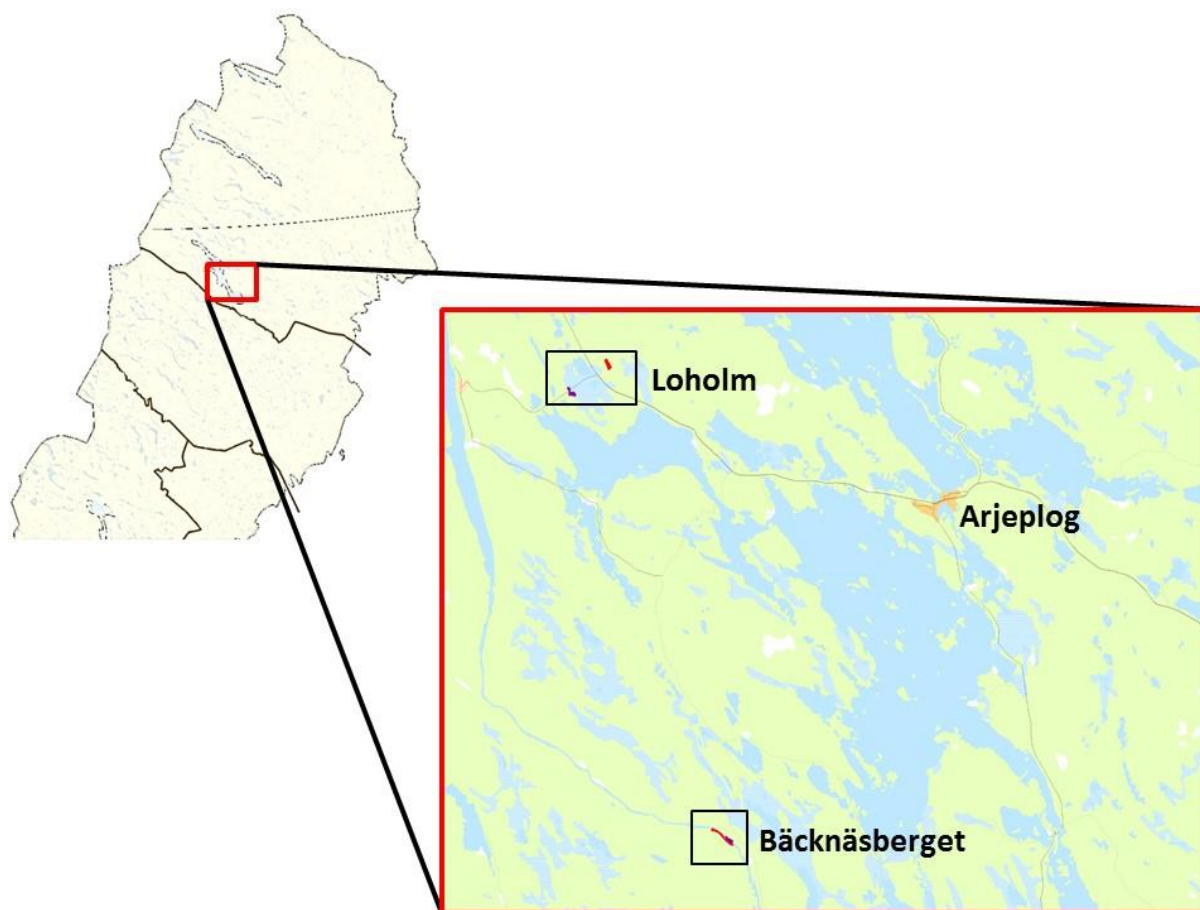
En svensk studie följde mellan åren 1954 till 1992 en kohort bestående av 261 skogsarbetare som exponerats för fenoxisyror och 250 som inte exponerats för att undersöka dödlighet och cancerfrekvens inom de båda grupperna. Resultaten visade inte någon förhöjd risk för dödlighet eller cancer hos individer som exponerats för fenoxisyror, med två undantag. Bland de 16 personer som arbetat som förmän och därigenom i högre grad exponerats för fenoxisyror, var cancerfrekvensen och den totala dödligheten högre än förväntat jämfört med nationella dödstal. Tre fall av non-Hodgkins lymfom konstaterades och två av dessa fall var från gruppen med de förmän som i högst utsträckning exponerats för fenoxisyror. Författarna fastslog att det var omöjligt att dra några säkra slutsatser om sambanden mellan fenoxisyror och cancersjukdomar med så få inkluderade individer i den mest exponerade gruppen. Författarna ansåg dock att resultaten var värda att ta med sig eftersom de i likhet med tidigare studier (ex Kogevinas m.fl. 1997) indikerade en förhöjd risk för alla cancerformer och för non-Hodgkins lymfom.

I en svensk fall-kontrollstudie undersökte Eriksson m.fl. (2008) exponering för bekämpningsmedel som riskfaktor för non-Hodgkins lymfom. I studien ingick 910 fall och 1016 kontroller. Bland de undersökta bekämpningsmedlen fanns fenoxisyrorna 2,4-D, 2,4,5-T och MCPA. Resultaten visade att det fanns ett samband mellan exponering för fenoxisyror och non-Hodgkins lymfom och den högsta risken beräknades för fenoxisyrans MCPA.

Det finns en del studier där enbart fenoxisyrans 2,4-D undersökts. Garabrant och Philbert (2002) fastslog i en review-artikel att de epidemiologiska studier som undersökt sambandet mellan exponering för 2,4-D och mjukdelssarkom, non-Hodgkins lymfom och andra cancerformer enbart kommit med svaga belägg att det finns ett sådant samband. Burns och Swaen (2012) gör i en review-artikel tolkningen att det inte finns några övertygande bevis att 2,4-D har några kroniska skadliga effekter. Det är värt att notera att de båda artikelförfattarna arbetar på epidemiologiska avdelningar på The Dow Chemical Company, ett företag som tillverkar bland annat herbicider.

## 2.2 Beskrivning av fältstudieområde

Mitt fältstudieområde ligger i Arjeplogs kommun i Norrbottens län och omfattar två områden - Loholm och Bäcknäsberget (figur 4). I varje område finns ett delområde med skog som flygbesprutats med herbicider och ett likartat obesprutat referensområde. De två områdena består av olika beståndstyper och områdena valdes utifrån i förväg uppsatta kriterier. För Loholmsområdet var kriterierna att de båda delområdena skulle vara: (1) talldominerade, (2) medelålders, (3) i huvudsak etablerade efter tidpunkten för besprutning och (4) likvärdiga i fråga om biologiska förutsättningar och produktionsförmåga, det vill säga ha liknande boniteter. För Bäcknäsberget var kriterierna att de båda delområdena skulle: (1) vara grandominerade, (2) bestå av äldre naturskog, (3) utgöras av skogsmark som inte avverkats genom traktthyggesbruk efter tidpunkten för besprutning, och (4) vara likvärdiga i fråga om biologiska förutsättningar och produktionsförmåga, det vill säga ha liknande boniteter.

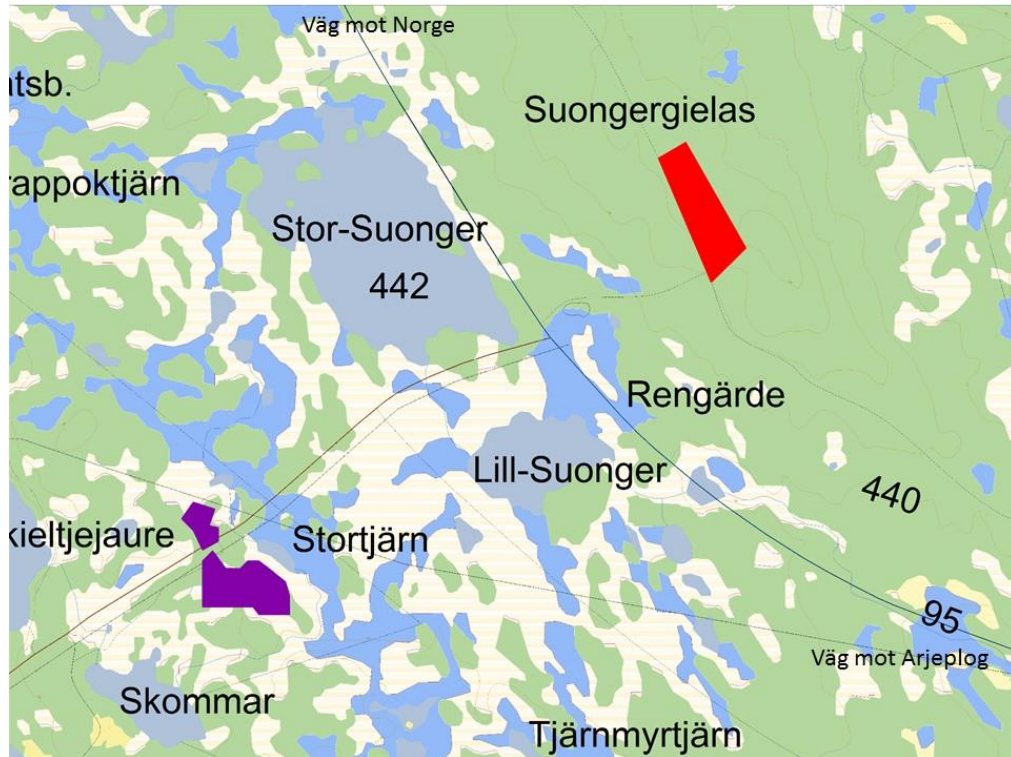


Figur 4. Översiktsskarta över fältstudieområdena och deras läge i förhållande till Arjeplogs tätort. © Lantmäteriet, i2014/764.



### 2.2.1 Loholm

Loholm ligger cirka 25 kilometer nordväst om Arjeplog och består av delområdena Loholm besprutat och Loholm obesprutat (figur 5).



Figur 5. Karta över fältstudieområdet Loholm medelålders skog. Loholm besprutat är markerat i rött och Loholm obesprutat är markerat i lila. © Lantmäteriet, i2014/764.

Området är beläget cirka 450 till 480 meter över havet och den huvudsakliga markvegetationstypen är blåbärstyp (*Vaccinium myrtillus* L.). I det besprutade delområdet är marken blockrik. Hela det besprutade området benämns i Domänverkets källmaterial som ”Loholmsområdet” och ligger inom en före detta Kronoöverloppsmark. Nuvarande markägare är Statens Fastighetsverk. Området består av drygt 700 hektar skog som flygbesprutats vid två tillfällen. 1953 besprutades 745,5 hektar och 1958 utfördes en ombesprutning av 705 hektar. Inom det besprutade området valde jag ut ett delområde på 14 hektar där jag utförde mitt fältarbete (figur 6). Det obesprutade området består av 13 hektar privatägd skogsmark tillhörande skiftena Loholm 1:2 och Loholm 1:3 och ligger cirka 3,5 km från det besprutade området (figur 7). Båda delområdena är medelålders, med cirka 50-årig talldominerad skog. Det innebär att i det besprutade delområdet har nuvarande skogsbestånd huvudsakligen etablerats efter besprutningen, eftersom den första besprutningen utfördes för 61 år sedan.



Figur 6. Fältstudieområdet Loholm besprutat. Foto av författaren.



Figur 7. Fältstudieområdet Loholm obesprutat. Foto av författaren.



### 2.2.2 Bäcknäsberget

Bäcknäsberget ligger cirka 28 kilometer sydväst om Arjeplog och består av delområdena Bäcknäsberget besprutat och Bäcknäsberget obesprutat (figur 8).



Figur 8. Karta över fältstudieområdet Bäcknäsberget. Bäcknäsberget besprutat är markerat i rött och ligger på den södra sidan av Laisälven och Bäcknäsberget obesprutat är markerat i lila och ligger norr om älven. © Lantmäteriet, i2014/764.

Området är beläget cirka 400 meter över havet och markvegetationstypen är örttyp med en del inslag av ris, främst av blåbär. Det besprutade delområdet ligger i den före detta kronoparken Laisan och ägs idag av Sveaskog. I Domänverkets källmaterial benämns det besprutade området som ”trakt öster om Bäcknäsberget”. Där flygbesprutades 1956 totalt 282 hektar skogsmark. Den största delen av denna besprutade skogsmark är avverkad men ett bestånd med 14 hektar gammal grandominerad naturskog finns kvar. I detta bestånd (figur 9), som ligger på södra sidan om Laisälven, utförde jag min fältstudie. På grund av att skogen i närområdet är avverkad består det obesprutade delområdet (figur 10) av en äldre grandominerad naturskog på 7,6 hektar tillhörande privatskiftet Marielund 1:19. Detta då det var den enda obesprutade naturskogen i anslutning till det besprutade delområdet. Det obesprutade delområdet ligger på älvens norra sida och är av Skogsstyrelsen klassad som nyckelbiotop. Enligt Skogsstyrelsen är biotoptypen barrnaturskog med ett stort inslag av senvuxna träd, rikligt med grova träd och en värdefull kärlväxtflora (Skogsstyrelsen 2001).





Figur 9. Fältstudieområdet Bäcknäsberget besprutat. Foto av författaren.



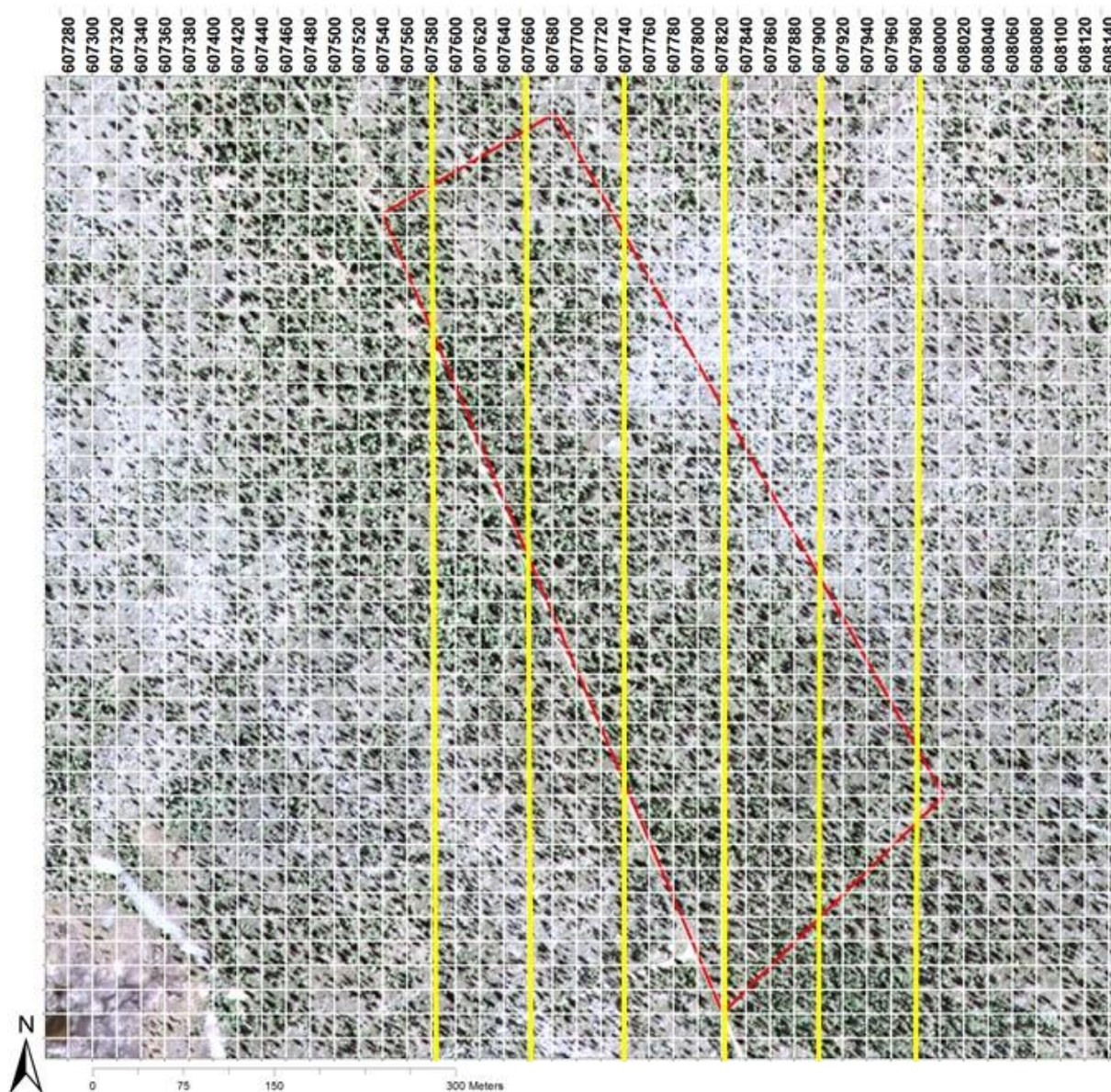
Figur 10. Fältstudieområdet Bäcknäsberget obesprutat. Foto av författaren.

## 2.3 Inventering av fältstudieområdena

En fältinventering utfördes i alla delområdena i Loholm och Bäcknäsberget under två veckor i september 2014. Data samlades in genom transektinventering och från cirkelprovytor. Genom att täcka fältstudieområdena med ett rutnät med 20×20 meters cellstorlek kunde jag ta fram transekter och provytor (figur 11). Transekterna var 20 m breda och orienterade i nord-sydlig riktning. Cirkelprovytorna hade en radie av 10 m och lades ut längs transekterna med 300 meters förband. För att hålla mig inom transekternas gränser samt för att hitta till provytecentrum använde jag mig av en GPS, Garmin Oregon 550.

För att säkerställa att de biologiska förutsättningarna och markens produktionsförmåga var likvärdig mellan de besprutade områdena och de obesprutade referensområdena använde jag mig av bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem och bonitering via ståndortsegenskaper. För att dokumentera fältstudieområdena och intressanta iakttagelser, exempelvis träd med särskilda karaktärer fotograferade jag fortlöpande under fältinventeringen.





Figur 11. Delområdet Loholm besprutat är markerat med rött. De gulmarkerade linjerna representerar de transekter där totalinventering av alla lövträd utfördes, det vill säga där samtliga lövträd  $<15$  cm och  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter registrerades. © Lantmäteriet, i2014/764.

### 2.3.1 Transektinventering

Längs transekterna registrerades förekomst av lövträd. För att klassificeras som lövträd krävdes en minimidiameter i brösthöjd som var minst 3 cm. Brösthöjdsdiametern (dbh) registrerades för samtliga lövträd och för vart tionde lövträd registrerades höjden. Stående döda lövträd med en brösthöjdsdiameter över 10 cm registrerades också. Samtliga brösthöjdsdiametrar mättes med diametermåttband och trädhöjder med en HEC-höjdmätare (Haglöf Elektroniska Clinometer).

Längs transekterna borrades även lövträd för åldersbestämning. Beroende på lövträdsförekomsten i det aktuella området borrades en varierande andel träd, med en lägre

andel borrade träd i de lövrikaste områdena. För att på ett enkelt sätt kunna analysera mitt insamlade data borrade jag en delbar kvot av lövträd  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter och en kvot av lövträd  $< 15$  cm i brösthöjdsdiameter (exempelvis vartannat, vart fjärde, vart åttonde). Vid borrning användes en tillväxtborr ( $\varnothing 4,5$  mm). Borrprovet togs så långt ner på stammen som det gick för att komma så nära gröningspunkten som möjligt. I de fall där det bedömdes mer lämpligt, exempelvis för klena träd eller grupper med røjstammar, användes för åldersbestämning en dragsåg för att såga ut en trissa så långt ner på stammen som möjligt. Samtliga borrprover och trissor lindades in i papper och märktes med ID-nummer för senare datering i laboratorium.

Beroende på lövträdsförekomsten varierade antalet inventerade transekter i de olika områdena, med fler inventerade transekter i lövfattiga områden och en färre inventerade transekter i lövrika områden.

### **2.3.2 Cirkelprovytor**

Inom cirkelprovytorna med radien 10 meter mättes grundytan trädslagsvis med relaskop för såväl levande träd som stående döda träd. För att få en uppfattning om det undersökta områdets maxålder borrades ett eller två av de till synes äldsta träden inom varje provyta. De till synes äldsta träden valdes utifrån karaktärer såsom grov skorpbark, platt krona, knotiga och nedåtriktade grenar, grova grenar och grov dimension. Precis som för lövträden borrades dessa träd med en tillväxtborr så långt ner på stammen som det gick för att komma nära gröningspunkten. De borrade trädens brösthöjdsdiameter och träslag registrerades. Inom provytorna registrerades även diameter i brösthöjd och träslag för liggande död ved. En låga räknades in i provytan om dess tjockända (rot-del) låg inom provytan. I fältstudieområden med förekomst av avverkningsstubbar noterades antalet stubbar inom provytan, deras träslag och en trädslagsvis uppskattning av deras medeldiameter.

### **2.3.3 Loholm medelålders skog, besprutat**

I detta delområde utfördes en totalinventering av lövträd  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter, det vill säga samtliga lövträd inom området med brösthöjdsdiameter  $\geq 15$  cm registrerades. För var fjärde transekt registrerades lövträd med en dbh  $< 15$  cm vilket representerar 3,46 hektar eller 25 % av delområdets totala areal (tabell 1). Längs transekterna borrades totalt 27 lövträd. Bland de borrade lövträden var 13 stycken över 15 cm i brösthöjdsdiameter och 14 stycken under 15 cm. Samtliga 13 borrprov från lövträd över 15 cm i dbh och 6 av de 14 borrproverna från lövträd under 15 cm i dbh åldersbestämdes senare i laboratorium.

Totalt inventerades 22 provytor, vilket motsvarar 5 % av delområdets totala areal på 13,9 hektar.

### **2.3.4 Loholm medelålders skog, obesprutat**

I detta delområde utfördes en totalinventering av lövträd med en dbh  $\geq 15$  cm. För var åttonde transekt registrerades lövträd med en dbh  $< 15$  cm, vilket representerar 1,18 hektar eller 9 % av delområdets totala areal (tabell 1). Längs transekterna borrades totalt 27 lövträd. Bland de borrade lövträden var 17 stycken över 15 cm i brösthöjdsdiameter och 10 stycken under 15 cm. 11 av de 17 borrproverna från lövträd över 15 cm i dbh och vartannat borrprov från lövträd under 15 cm i dbh, 5 stycken, åldersbestämdes senare i laboratorium.

Totalt inventerades 19 provytor, vilket motsvarar 5 % av delområdets totala areal på 13,1 hektar.

### **2.3.5 Bäcknäsberget gammal skog, besprutat**

I delområdet registrerades lövträd med en dbh  $\geq 15$  cm för var fjärde transekt vilket motsvarar 4,7 hektar eller 33 % av delområdets totala areal (tabell 1). För var åttonde transekt registrerades lövträd med en dbh  $< 15$  cm, vilket representerar 1,88 hektar eller 13 % av delområdets totala areal (tabell 1). Längs transekterna borrades totalt 42 lövträd. Bland de borrade lövträden var 28 stycken över 15 cm i brösthöjdsdiameter och 14 stycken under 15 cm. 15 av de 28 borrproverna från lövträd över 15 cm i dbh och samtliga borrprov från lövträd under 15 cm i dbh åldersbestämdes senare i laboratorium.

Totalt inventerades 20 provytor, vilket motsvarar 4 % av delområdets totala areal på 14,1 hektar.

### **2.3.6 Bäcknäsberget gammal skog, obesprutat**

Detta delområde inventerades med en annorlunda metodik än de övriga områdena. Istället för en kombination av transekter och provytor så användes här enbart provytor. Huvudorsaken till att metodiken såg annorlunda ut i detta delområde var den rikliga lövförekomsten, vilket innebar att en transektinventering skulle ha tagit för stor del av den totala tiden i fält i anspråk. Därmed togs beslutet att enbart använda provytorna i detta delområde. Förutom att mäta in och registrera de variabler som tidigare beskrivits för provytorna gjordes här en totalmätning av lövträd inom provytorna. Diameter i brösthöjd registrerades för samtliga lövträd, höjden mättes för vart tionde lövträd, samtliga lövträd  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter borrades och vart åttonde lövträd  $< 15$  cm i brösthöjdsdiameter borrades. Dessutom registrerades diameter i brösthöjd för stående döda lövträd. Inom provytorna borrades totalt 39 lövträd. Bland de borrade lövträden var 33 stycken över 15 cm i brösthöjdsdiameter och 6 stycken under 15 cm. 17 av de 33 borrproverna från lövträd över 15 cm i dbh och samtliga borrprov från lövträd under 15 cm i dbh åldersbestämdes senare i laboratorium.

Totalt inventerades 13 provytor, vilket motsvarar 5 % av delområdets totala areal på 7,6 hektar.



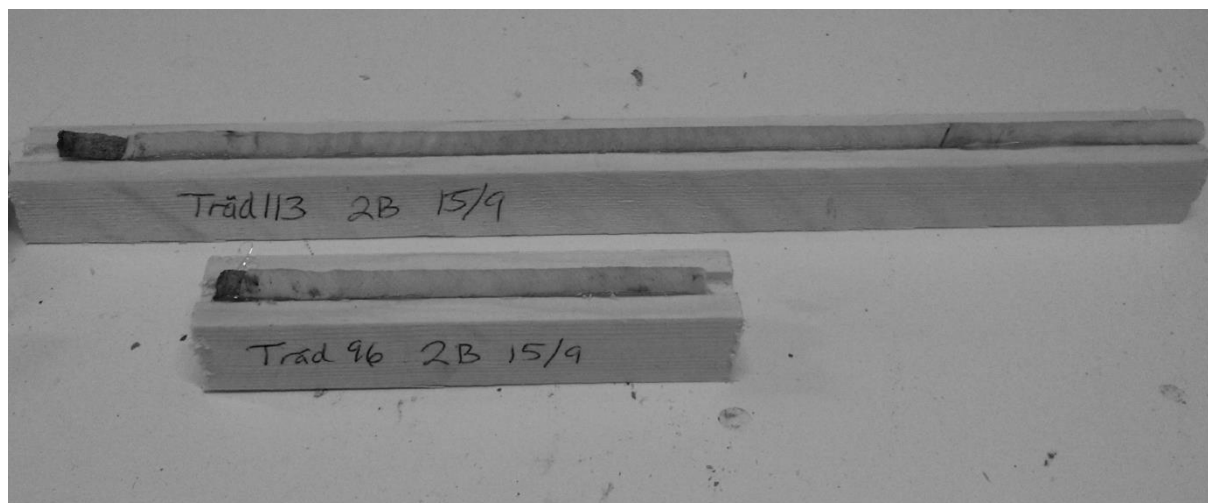
Tabell 1. Arealer inventerade i fält samt områdenas boniteter erhållna från bonitering med ståndortsegenskaper.

Område	Loholm besprutat	Loholm obesprutat	Bäcknäsberget besprutat	Bäcknäsberget obesprutat
Total areal, ha	13,9	13,1	14,1	7,6
Antal inventerade provytor	22	19	20	13
Transektter inventerade för lövträd $\geq 15$ cm, ha	13,9	13,1	4,7	0,41 <sup>A</sup>
Transektter inventerade för lövträd $< 15$ cm, ha	3,46	1,18	1,88	0,41 <sup>A</sup>
Bonitet, m <sup>3</sup> sk/ha, år	2,5	2,8	3,9	3,6

<sup>A</sup> För Bäcknäsberget obesprutat inventerades inga transektter utan enbart provytor, den angivna arealen är därför densamma som den totala arealen inventerade provytor.

## 2.4 Datering av prover

Jag utförde åldersbestämningen av mina borrhprover i laboratorium. För att underlätta hanteringen av borrhproverna monterade jag först varje borrhprov på en trälist som märktes med provets ID-nummer (figur 12). Därefter slipades varje prov på en bandslip för att göra ytan slätare och årsringarna mer synliga. Antalet årsringar räknades sedan med hjälp av stereolupp från barken och inåt mot provets kärna. För vissa prover behövde jag stryka på ett tunt lager zinkpasta för att öka kontrasten mellan årsringarna. En del av borrhproverna var ofullständiga på grund av att kärnan inte träffats och en del var rötade. Jag kunde därför inte beräkna totalåldern för alla borrhprover. De ofullständiga borrhproverna uteslöts i senare analyser och beräkningar.



Figur 12. Två borrhprover monterade på trälistar, färdiga för slipning och senare åldersbestämning. Foto av författaren.

## 2.5 Statistisk analys

De statistiska analyserna utfördes i Minitab (Minitab, Inc 2009). Innan jag utförde de statistiska analyserna undersökte jag om mitt datamaterial uppfyllde kraven för normalfördelning och homogenitet (Zar 1999). Test för normalitet utfördes med histogram och normalfördelningsplottar där jag kunde avgöra om datauppsättningen tillhörde en normaldistribution eller inte. Efter det testade jag dataseriens homogenitet, det vill säga om de båda populationerna hade lika varianser eller inte, med hjälp av Levene's test. I de fall där  $P \geq 0,05$  kunde jag anta att varianserna var ungefär lika och därmed kunde jag utföra ett t-test av mitt datamaterial (Zar 1999). Jag utförde 2-sample t-test för att jämföra olika variabler från de studerade områdena och skillnader angavs som signifikanta om  $P \leq 0,05$ .

## 2.6 Analys av historiskt källmaterial

För att hitta information om skogens tillstånd i mitt fältstudieområde före och efter flygbesprutning samt handlingar om lövbekämpning, flygbesprutade arealer och flygbesprutade skogstyper inom Arjeplogs revir på Domänverkets mark sökte jag uppgifter i historiskt källmaterial (tabell 2). På Landsarkivet i Härnösand finns handlingar från Kungliga Domänstyrelsen/Domänverket som detaljerat dokumenterar flygbesprutningar och lövbekämpning. I skogsvårdshandlingar från Arjeplogs revir studerade jag material om de utförda flygbesprutningarna i fältstudieområdet. Jag studerade även källmaterial från de kronoparker som respektive fältstudieområde tillhört. Loholmsområdet ligger inom en före detta kronoöverloppsmark till Skellefte älv, inom skifte sju och åtta. Bäcknäsberget ligger i den före detta kronoparken Laisan, inom skifte ett. Jag använde mig av skogsindelningshandlingar med tillhörande kartor från år 1935 för att hitta uppgifter om skogens struktur och tillstånd innan besprutning. För att hitta information om lövbekämpning, flygbesprutade arealer och flygbesprutade skogstyper använde jag mig av skogsvårdshandlingar från Arjeplogs revir från åren 1952 till 1981. Jag sökte information i handlingar om björkbekämpning och bekämpningsmedel och årsvisa sammanställningar över utförda skogsvårdsåtgärder.

Tabell 2. Källhänvisning till det historiska källmaterial jag använt till min studie. Siffrorna inom parentes används när jag i texten hänvisar till tabell 2. En hänvisning till exempelvis tabell 2:1 innebär att det material jag använt mig av hämtats från handling (1), vilken är Arjeplogs revir, sakordshandlingar, skogsvård, björkbekämpning 1953-1956.

---

## **Riksarkivet, Landsarkivet i Härnösand**

Kungliga Domänstyrelsen/Domänverket

Arjeplogs revir

Sakordshandlingar

Skogsvård

Björkbekämpning

1953-1956. EII20. (1)

1957-1960. EII21. (2)

Sakordshandlingar

Skogsvård

åtgärder

-1957, Mattaurs bev. Hornavans bev. EII22. (3)

-1957, Maskauras bev. Storavans bev. EII23. (4)

1958-1959. EII24. (5)

1960-1961. EII25. (6)

1962-1964. EII26. (7)

1965-1967. EII27. (8)

1968. EII28. (9)

1969. EII29. (10)

Ämnesordnade handlingar, Sv skogsvård

1970-75. Allmänt. F XII (11)

1970-75. Bekämpningsmedel. F XII (12)

1976-81. Allmänt. F XII (13)

1976-81. Bekämpningsmedel. (14)

340: Kartor (15)

Beståndsbeskrivning 1935. HII. (16)

Kronoparkskartor. Krölm t. Skellefte älv sk VII-X. HII. (17)

Kronopark Laisan sk I. HII. (18)

Kungl. Domänstyrelsen. Skogsbyrå I-III samt Skogstekniska byråns arkiv.

Handlingar rörande kronoparker, huvudserie

1881-1956

F 3 A: 1232

Laisan

Kronoparken Laisan 1929 (19)

---

## 2.7 Intervju

Den 30 januari 2015 genomförde jag en intervju med den pensionerade jägmästaren Karl-Gerhard (K-G) Olofsson. K-G var anställd av Domänverket och började vid Arjeplogs revir 1962, efter att tidigare ha arbetat i Sorsele. K-G arbetade vid Arjeplogs revir i 30 år och han gick i pension 1992. Intervjun var semistrukturerad med öppna frågor som behandlade flera teman. Ett tema handlade om flygbesprutade arealer inom Arjeplogs revir och där ställde jag exempelvis frågor om hur behoven av flygbesprutning såg ut inom olika delar av reviret. Ett annat tema handlade om flygbesprutade skogstyper inom Arjeplogs revir och där ställde jag frågor om vilken typ av skog som huvudsakligen besprutades. Det tredje temat behandlade frågor om varför skogar flygbesprutades inom reviret och vilken betydelse flygbesprutning hade bland de andra appliceringsmetoderna. Dessutom ställde jag frågor om debatten i Arjeplog och om det påverkade Domänverkets planerade flygbesprutningar på något sätt.

### 3. RESULTAT

Resultaten från respektive fältstudieområde redovisas var för sig och efter det presenterar jag mina resultat från analyserna av flygbesprutning på Domänverkets skogsmark inom Arjeplogs revir.

#### 3.1 Loholm

För Loholm medelålders skog redovisas här resultaten från studierna av historiskt källmaterial och resultaten från fältinventeringen, som utfördes i delområdet Loholm besprutat respektive i delområdet Loholm obesprutat.

##### 3.1.1 Skogens tillstånd innan besprutning enligt analys av historiskt källmaterial

Uppgifter som beskriver skogens struktur och tillstånd i Loholmsområdet innan besprutning finns i Domänverkets beståndsbeskrivning med tillhörande skogskarta från år 1935 över kronoöverloppsmark till Skellefte Älv, skifte sju och åtta (tabell 2:15,16). Det drygt 700 hektar stora område som flygbesprutades låg inom skifte sju och åtta och bestod av totalt 15 avdelningar. Skogen i området var varierande med en del genomhuggna avdelningar som resulterat i glesa och ojämna bestånd. Det dominerande trädslaget var tall, cirka 80 procent av skogen utgjordes av tall och resterande 20 procent utgjordes av björk. Området hade i medeltal ett virkesförråd av 32 kubikmeter (m<sup>3</sup>) på bark per hektar varav cirka 6 m<sup>3</sup> utgjordes av björk.

Mitt fältstudieområde omfattade 14 hektar skogsmark inom det flygbesprutade området och ligger inom det som år 1935 var avdelning 11. Avdelningen bestod av 202 hektar skogsmark och hade ett virkesförråd på 7299 m<sup>3</sup> på bark vilket motsvarar 36 m<sup>3</sup> på bark per hektar. Skogen i avdelningen beskrevs som ojämn och delvis gles. 90 procent utgjordes av tall, resterande del av björk. I beståndsbeskrivningen angavs att 20 procent av skogen var under 40 år, 10 procent var 40 till 79 år, 20 procent var mellan 120 och 159 år och 50 procent av skogen var över 160 år. Den största delen av skogen klassades som avverkningsmogen frisk skog och ungefär en tredjedel klassades som utvecklingsbar skog. Den årliga tillväxten var 2 m<sup>3</sup> på bark per hektar och år.

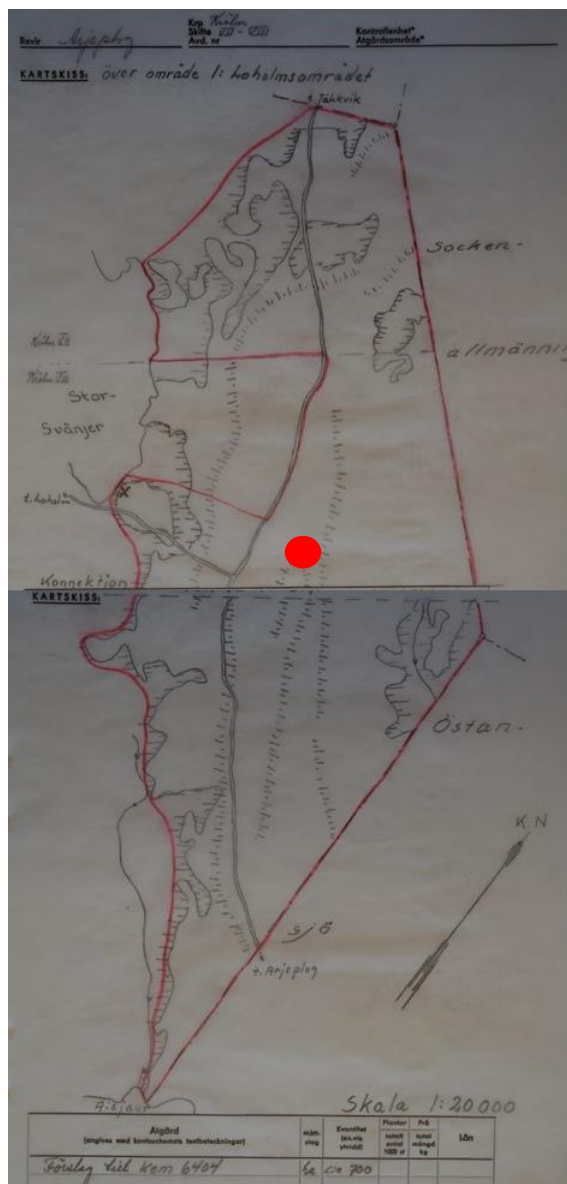
Skogsindelningskartan visar en del av de åtgärder som utfördes i det 700 hektar stora området innan flygbesprutningarna skedde. Hyggesrensningar utfördes för olika delar av området mellan åren 1938 och 1952. Inom en del av området finns kalhuggningar angivna för år 1949 och 1952. För mitt fältstudieområde visar kartan att hyggesrensning och kalhuggning utfördes år 1952. Även år 1953 utfördes hyggesrensning i fältstudieområdet.

### 3.1.2 Flygbesprutningar

Loholmsområdet flygbesprutades två gånger, år 1953 behandlades 745,5 hektar och år 1958 behandlades 705 hektar (figur 13). Vid båda dessa tillfällen användes helikopter för att utföra arbetet. År 1953 användes preparatet Hormoslyr 64 med en dosering av 1,2 liter per hektar. Efter 1953 års besprutning utfördes i juli 1954 en uppföljande kontroll av besprutningens verkan. Bland de 10 provträden, alla björkar, varierade andelen levande bladmassa, från 95 procent levande bladmassa till 15 procent levande bladmassa. Även bladens utseende varierade, från helt välformade till starkt missformade. För ett av träden, provträd 18, angavs inte andel levande bladmassa utan istället beskrevs att björken hade ett fåtal (cirka 10 stycken) spridda gröna blad, som alla var starkt missformade. En kontroll av stubbskott av björk efter tidigare utförd hyggesrensning gjordes också. Bland de 10 provträden varierade andelen levande bladmassa hos de uppkomna stubbskotten, från 100 procent levande bladmassa till ingen levande bladmassa alls. Slutsatsen av inventeringen efter 1953 års besprutning var ett godkänt resultat inom stora delar av bekämpningsområdena.

År 1955 utfördes en andra inventering av resultatet av 1953 års flygbesprutning. Samma provträd som förgående år användes. Andelen levande bladmassa varierade detta år från 90 procent levande bladmassa till 10 procent levande bladmassa. Även detta år beskrevs att provträd 18 enbart hade ett tiotal gröna blad. För sju av träden beskrevs bladen som ej missformade eller välformade. Inventeringen av uppkomna stubbskott efter hyggesrensning visade att andelen levande bladmassa varierade från 60 % levande bladmassa till ingen levande bladmassa alls.

Vid 1958 års ombesprutning angavs att det i Loholmsområdet fanns björksly samt överståndare av björk och tall. Områdets beskrevs som plant till småkuperat med en bonitet av 1,5 till 2 m<sup>3</sup>sk per hektar och år. Preparatåtgången beräknades till 3 liter per hektar (tabell 2:2).

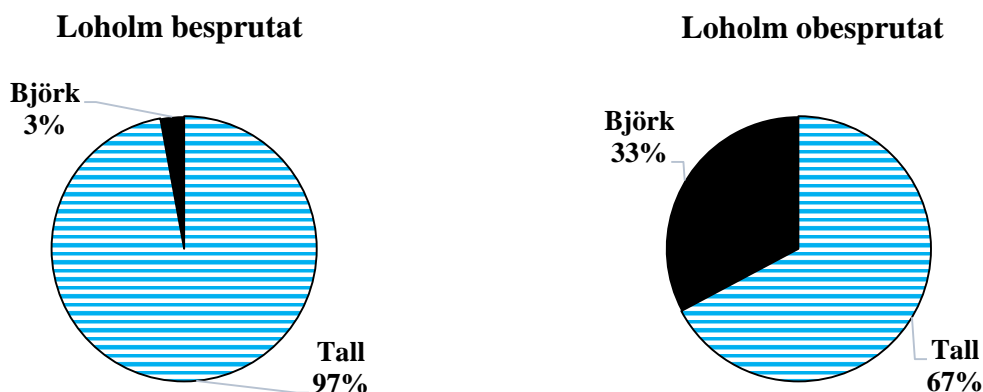


Figur 13. Kartsbild över Loholmsområdet från ombesprutningstillfället år 1958, då 705 hektar skogsmark flygbesprutades. Delområdet där jag utförde min fältinventering markeras ungefärligen av den röda punkten. Foto av författaren.

### 3.1.3 Fältinventering

De båda fältstudieområdena uppvisade liknande skogsstruktur med avseende på grundyta och de äldsta trädens medeldiameter. Medelvärdena för grundyta var  $6,32 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  i Loholm besprutad och  $6,26 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  i Loholm obesprutad (tabell 3). Ett t-test indikerade ingen skillnad mellan medelvärdena för grundyta för de båda områdena (tabell 4). T-testet indikerade inte heller någon skillnad mellan de äldsta trädens medeldiameter (tabell 3), vilken var cirka 20 centimeter i det besprutade området och 22 cm i det obesprutade området.

Det fanns en del skogliga variabler som skilde sig åt mellan de båda delområdena, däribland trädslagsblandningen (figur 14).



Figur 14. Trädslagsfördelning (anges i procent av grundyta för levande träd) för det besprutade respektive det obesprutade delområdet i Loholm.

Andelen lövträd var betydligt lägre i det besprutade området, det fanns knappt 3 procent lövträd, jämfört med nästan 33 procent lövträd i det obesprutade området (tabell 3 och figur 14). Den enda lövträdsarten som hittades vid provyteinventeringarna var glasbjörk (*Betula pubescens* Ehrh.), därför är andelen lövträd densamma som andelen glasbjörk. Även maxåldern för de äldsta träden som borrades inom provytorna skilde sig åt. I det besprutade området var maxåldern 48 år och i det obesprutade området 86 år (tabell 3).

Transektinventeringen visade att det finns en stor skillnad i lövträdens medelålder. I Loholm besprutat var lövträdens medelålder 49 år och i Loholm obesprutat var medelåldern 78 år (tabell 3). Lövträdens medelhöjd och medeldiameter var något högre i det obesprutade området jämfört med det besprutade området (tabell 3). Även vid inventeringen av lövträd längs transekter var den enda lövträdsarten som hittades björk.



Tabell 3. Skogsstruktur och lövträdsdata för Loholm medelålders skog.

Variabel	Loholm besprutat		Loholm obesprutat	
	Medel $\pm$ SE <sup>A</sup>	Variation mellan provytor	Medel $\pm$ SE <sup>A</sup>	Variation mellan provytor
<b>Data från provytor</b>				
Grundyta <sup>B</sup> (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	6,32 $\pm$ 0,50	3-13	6,26 $\pm$ 0,88	2-17
Maxålder <sup>C</sup> (år)	48 $\pm$ 1,80	33-54	86 $\pm$ 9,69	40-180
Medeldiameter äldsta träden <sup>D</sup> (cm)	19,8 $\pm$ 0,83	11,5-28,5	21,9 $\pm$ 1,62	11-38,5
Andel lövträd <sup>E</sup> (%)	2,88 $\pm$ 0,08	0-1	32,8 $\pm$ 0,39	0-5
<b>Lövträdsdata från transekter</b>				
Medelålder lövträd <sup>F</sup> (år)	49 $\pm$ 16,2	18-80	78 $\pm$ 33,4	30-144
Medelhöjd lövträd (m)	5,48 $\pm$ 2,55	2-12	6,32 $\pm$ 6,33	2,5-11,5
Medeldiameter lövträd (cm)	7,61 $\pm$ 4,32	3-20,5	9,37 $\pm$ 6,12	3-24,5

<sup>A</sup>SE =medelfel, SD= standardavvikelse.

<sup>B</sup>Beräknat för levande träd.

<sup>C</sup>Beräknat som medelåldern av de äldsta träden som borrades inom varje provyta. Ofullständiga borrhörsborrprover uteslöts vilket resulterade i 14 stycken borrhörsborrprover från Loholm besprutat och 17 stycken från Loholm obesprutat.

<sup>D</sup>Beräknat som medeldiametern av de äldsta träden som borrades inom varje provyta.

<sup>E</sup>Andel lövträd anges i procent av total grundyta.

<sup>F</sup>Baserat på 19 stycken borrhörsborrade lövträd i Loholm besprutat och 16 stycken borrhörsborrade lövträd i Loholm obesprutat.

Vid provyteinventeringen räknades antalet lågor inom provytorna. I Loholmsområdet hittades enbart lågor av tall. I Loholm besprutat fanns 19 stycken lågor av tall per hektar och i Loholm obesprutat fanns 7 lågor av tall per hektar.

Tabell 4. Jämförelse av skogsstruktur mellan Loholm besprutat och Loholm obesprutat. Resultat av t-test mellan medelvärdena för grundyta och äldsta trädens medeldiameter i de båda områdena.

Loholm medelålders skog			
Variabel	T	d.f.	P
Grundyta (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	0,06	39	0,955
Medeldiameter äldsta träden (cm)	-1,18	38	0,246

T står för Testets t-värde, d.f. för degrees of freedom, det vill säga antalet frihetsgrader, P är testets P-värde. P $\leq$  0,05 indikerar en signifikant skillnad mellan de undersökta populationerna.

Förekomsten av lövträd var större i det obesprutade området än i det besprutade området, både i grövre och klenare diameterklasser (tabell 5).

Tabell 5. Lövträdsförekomst i olika diameterklasser för Loholm besprutat och obesprutat.

Förekomst av lövträd	Loholm besprutat	Loholm obesprutat
	Antal/ha	Antal/ha
Lövträd $\geq 15$ cm i dbh	1,6 <sup>A</sup>	8,3 <sup>C</sup>
Lövträd $< 15$ cm i dbh	74 <sup>B</sup>	214 <sup>D</sup>

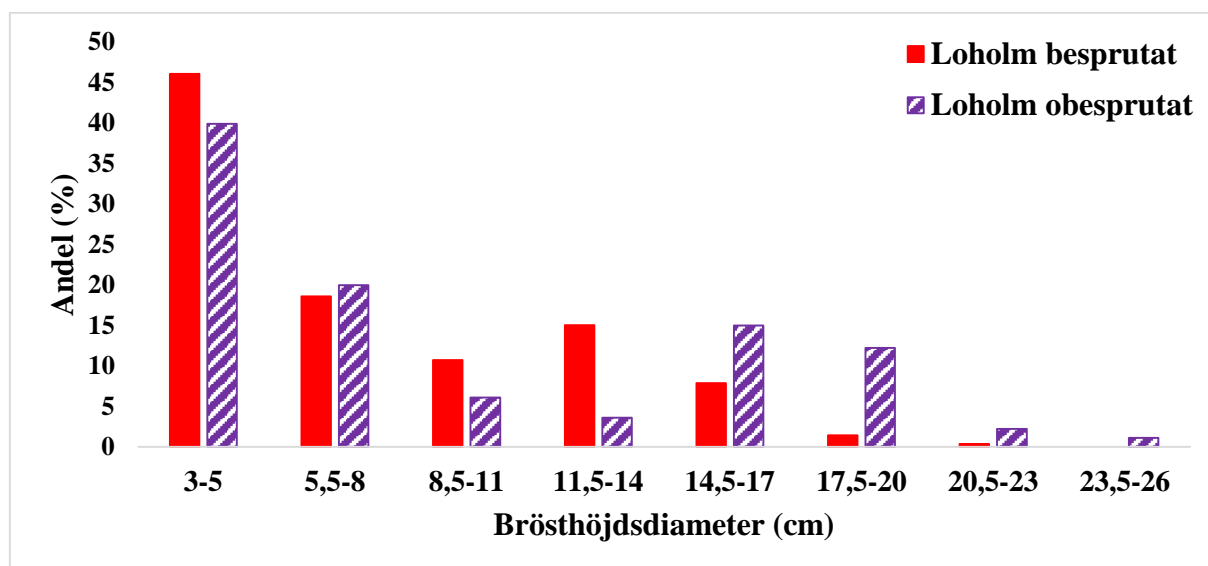
<sup>A</sup>Beräknat som antal lövträd  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 13,9 hektar av Loholm besprutat som inventerades via transekter efter grövre lövträd.

<sup>B</sup>Beräknat som antal lövträd  $< 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 3,46 hektar av Loholm besprutat som inventerades via transekter efter klenare lövträd.

<sup>C</sup>Beräknat som antal lövträd  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 13,1 hektar av Loholm obesprutat som inventerades via transekter efter grövre lövträd.

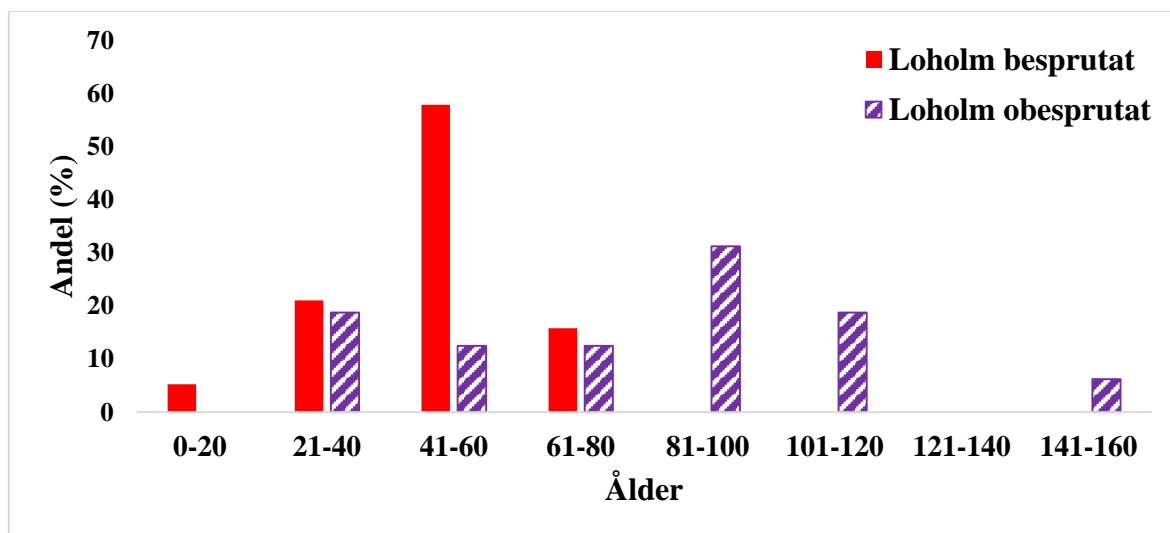
<sup>D</sup>Beräknat som antal lövträd  $< 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 1,18 hektar av Loholm obesprutat som inventerades via transekter efter klenare lövträd.

Diameterfördelningen (figur 15) har beräknats för de björkar som mättes in vid transektinventeringen, vilka var 280 stycken i Loholm besprutat och 361 stycken i Loholm obesprutat. I Loholm besprutat återfanns cirka 45 procent av de inmätta björkarna i diameterklassen 3-5 centimeter, medan motsvarande siffra för Loholm obesprutat var knappt 40 procent. Det fanns en större andel björk i de högre diameterklasserna i Loholm obesprutat än i Loholm besprutat. I Loholm obesprutat återfanns ungefär 15,5 procent av andelen björk i diameterklasserna 17,5-20 cm, 20,5-23 cm och 23,5-26 cm medan motsvarande siffra i Loholm besprutat var knappt 2 procent (figur 15).



Figur 15. Diameterfördelning för björk, Loholm besprutat och obesprutat. Enbart björkar med en minimidiameter av minst 3 cm i brösthöjd mättes in.

Åldersfördelningen (figur 16) har beräknats för de björkar som borrades vid transektinventeringen, och senare åldersbestämdes i laboratorium, totalt 19 stycken i Loholm besprutat och 16 stycken i Loholm obesprutat. I det besprutade området återfanns nästan 60 procent av de borrade björkarna i åldersklassen 41 till 60 år. Bland de borrade björkarna fanns en betydligt större andel äldre träd i det obesprutade området, ungefär 55 procent av de borrade träden var över 80 år, medan det i det besprutade området inte fanns några björkar alls över 80 år. Den äldsta björken som åldersbestämdes i det besprutade området var 80 år medan den äldsta björken som åldersbestämdes i det obesprutade området var 144 år (tabell 3).



Figur 16. Åldersfördelning för björk, Loholm. Enbart björkar med en minimidiameter av minst 3 centimeter i brösthöjd mättes in vilket gör att de allra yngsta träden inte mättes in och därmed inte borrats.

## 3.2 Bäcknäsberget

För Bäcknäsberget gammal skog redovisas här resultaten från studierna av historiskt källmaterial och resultaten från fältinventeringen, som utfördes i delområdet Bäcknäsberget besprutat respektive i delområdet Bäcknäsberget obesprutat.

### 3.2.1 Skogens tillstånd innan besprutning enligt analys av historiskt källmaterial

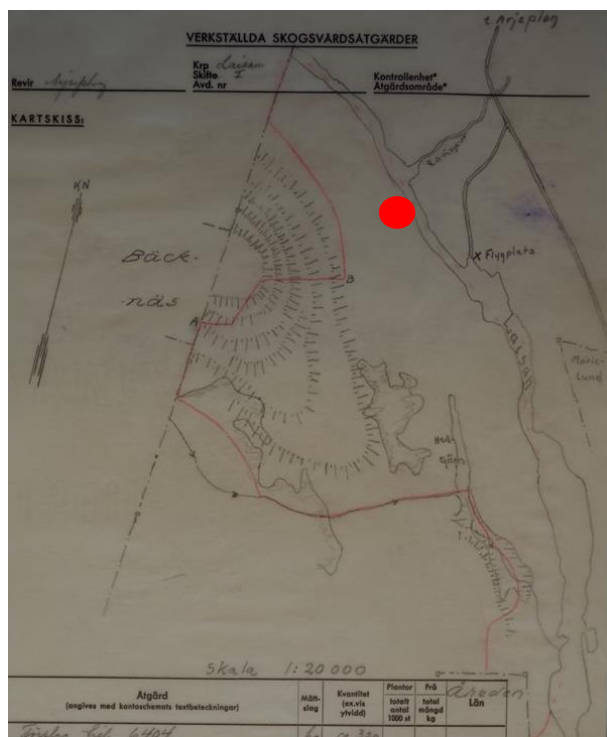
Uppgifter som beskriver skogens struktur och tillstånd i Bäcknäsberget innan besprutning finns i Domänverkets beståndsbeskrivning med tillhörande skogskarta från år 1935 över kronoparken Laisan, skifte ett (tabell 2:17,18). Mitt fältstudieområde omfattade 14 hektar skogsmark av de knappt 300 hektar som flygbesprutades i Bäcknäsberget och ligger inom det som år 1935 var avdelning 1. Avdelningen bestod av 62,5 hektar skogsmark och hade ett virkesförråd på 1813 m<sup>3</sup> på bark vilket motsvarar 29 m<sup>3</sup> på bark per hektar. Skogen i avdelningen beskrevs som ojämn. 50 procent utgjordes av tall, 40 procent av gran och 10 procent av björk, vilket innebär att cirka 15 m<sup>3</sup> av virkesförrådet per hektar utgjordes tall, 11 m<sup>3</sup> av gran och 3 m<sup>3</sup> av björk. I beståndsbeskrivningen angavs att 10 procent av skogen var 40

till 79 år, 20 procent var mellan 80 och 119 år och 70 procent av skogen var 120 till 159 år. Den största delen av skogen klassades som avverkningsmogen frisk skog och en knapp tredjedel klassades som utvecklingsbar skog. Den årliga tillväxten var 2,5 m<sup>3</sup> på bark per hektar och år.

### 3.2.2 Flygbesprutning

I juli månad år 1956 flygbesprutades 282 hektar skogsmark i området Bäcknäsberget (figur 17). I områdesbeskrivningen angavs att det fanns björksly och björkbuketter med en ungefärlig höjd av två meter samt ett skikt av tallöverståndare. Området hade en varierad topografi, där det beskrevs som plant med hedmark mot Laisälven och i övrigt ganska starkt lutande. Boniteten var 2,0 m<sup>3</sup>sk per hektar och år och områdets höjd över havet var 420 till 480 meter över havet. Preparatåtgången beräknades till 3 liter per hektar.

G.O. Jakobsson, kronojägare i Maskaus bevakningstrakt, utförde den 11 oktober 1956 en besiktning av besprutningsområdet Bäcknäsberget (tabell 2:2). Jakobssons uppfattning var att besprutningen ”nere på heden” lyckats bra och han uppskattade att 75 till 80 procent av björken dött. För ”bergområdet” ansåg han att resultatet troligtvis var mindre lyckat och hans uppskattning var att 65 till 70 procent av björken dött. Jakobsson påpekade dock att besiktningen borde ha skett tidigare på hösten för att erhålla mer säkra uppgifter.

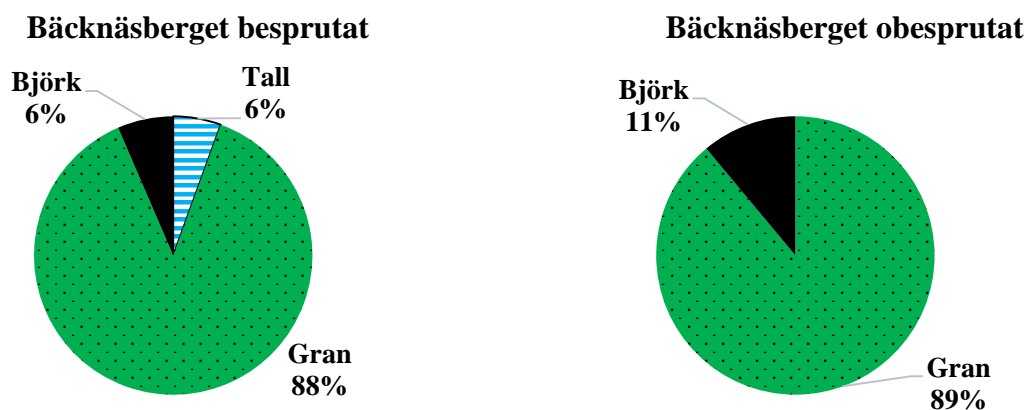


Figur 17. Kartsnitt över Bäcknäsberget från besprutningstillfället år 1956, då 282 hektar skogsmark flygbesprutades. Delområdet där jag utförde min fältinventering markeras ungefärligen av den röda punkten. Foto av författaren.

### 3.2.3 Fältinventering

De båda områdena uppvisade liknande skogsstruktur med avseende på grundyta och de äldsta trädens medeldiameter. Medelvärdena för grundyta var  $16,2 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  i Bäcknäsberget besprutat och  $17,5 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  i Bäcknäsberget obesprutat (tabell 6). Variationen mellan provytor var större i det besprutade området, där grundytan varierade från 7 till  $23 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$  medan motsvarande variation i det obesprutade området var 12 till  $25 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ . Ett t-test indikerade dock ingen skillnad mellan medelvärdena för grundyta för de båda områdena (tabell 7). T-testet indikerade inte heller någon skillnad mellan de äldsta trädens medeldiameter (tabell 6), vilken var cirka 33 centimeter i det besprutade området och 30 cm i det obesprutade området. Maxåldern för de äldsta träden som borrades inom provytorna var något högre i det besprutade området, 146 år, jämfört med 132 år i det obesprutade området (tabell 6).

Trädslagsblandningen (figur 18) skilde sig mellan de båda delområdena.



Figur 18. Trädslagsfördelning (anges i procent av grundyta för levande träd) för det besprutade respektive det obesprutade delområdet i Bäcknäsberget. Andelen asp i Bäcknäsberget obesprutat uppgår till 0,4 procent och eftersom trädslagsfördelningen avrundats till heltal illustreras inte asp i figuren.

I det besprutade området fanns ungefär 6,5 procent lövträd jämfört med 11,5 procent lövträd i det obesprutade området (tabell 6). I det besprutade området fanns det även 6 procent tall till skillnad från det obesprutade området där ingen tall mättes in vid provyteinventeringen (figur 18). De lövträdsarter som hittades vid provyteinventeringarna var enbart glasbjörk i det besprutade området, medan det förutom glasbjörk även mättes in en asp på en av provytorna i det obesprutade området.

Inventeringen av lövträd via transekter (Bäcknäsberget besprutat) och totalinventering av provytor (Bäcknäsberget obesprutat) visade att lövträdens medelålder var något högre i det obesprutade området jämfört med det besprutade området. I Bäcknäsberget obesprutat var lövträdens medelålder 87 år och i Bäcknäsberget besprutat var medelåldern 69 år (tabell 6). Lövträdens medelhöjd var högre i det obesprutade området jämfört med det besprutade området medan lövträdens medeldiameter var i stort sett lika mellan områdena (tabell 6). Vid inventeringen av lövträdsförekomst var den enda lövträdsarten som hittades i det besprutade området björk medan det i det obesprutade området förutom björk även fanns några aspar.

Tabell 6. Skogsstruktur och lövträdsdata för Bäcknäsberget gammal skog.

Variabel	Bäcknäsberget besprutat		Bäcknäsberget obesprutat	
	Medel $\pm$ SE <sup>A</sup>	Variation mellan provytor	Medel $\pm$ SE <sup>A</sup>	Variation mellan provytor
<b>Data från provytor</b>				
Grundyta <sup>B</sup> (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	16,2 $\pm$ 1,01	7-23	17,5 $\pm$ 1,09	12-25
Maxålder <sup>C</sup> (år)	146 $\pm$ 12,2	64-245	132 $\pm$ 9,01	84-175
Medeldiameter äldsta träden <sup>D</sup> (cm)	32,9 $\pm$ 2,11	18-56	30,1 $\pm$ 1,95	18-45
Andel lövträd <sup>E</sup> (%)	6,48 $\pm$ 0,32	0-4	11,5 $\pm$ 0,620	0-6
<b>Lövträdsdata</b>				
Medelålder lövträd <sup>F</sup> (år)	69 $\pm$ 28,6	32-151	87 $\pm$ 33,2	38-151
Medelhöjd lövträd (m)	7,67 $\pm$ 3,08	3-12,5	11,2 $\pm$ 3,86	4-16
Medeldiameter lövträd (cm)	12,5 $\pm$ 6,66	3-33,5	12,2 $\pm$ 5,72	3-33

<sup>A</sup>SE = medelfel, SD = standardavvikelse.

<sup>B</sup>Beräknat för levande träd.

<sup>C</sup>Beräknat som medelåldern av de äldsta träden som borrades inom varje provyta. Ofullständiga borrprover uteslöts vilket resulterade i 18 stycken borrprover från Bäcknäsberget besprutat och 9 stycken från Bäcknäsberget obesprutat.

<sup>D</sup>Beräknat som medeldiametern av de äldsta träden som borrades inom varje provyta.

<sup>E</sup>Andel lövträd anges i procent av total grundyta.

<sup>F</sup>Baserat på 29 stycken borrade lövträd i Bäcknäsberget besprutat och 20 stycken borrade lövträd i Bäcknäsberget obesprutat.

Tabell 7. Jämförelse av skogsstruktur mellan Bäcknäsberget besprutat och Bäcknäsberget obesprutat. Resultat av t-test mellan medelvärdena för grundyta och äldsta trädens medeldiameter i de båda områdena.

Bäcknäsberget gammal skog			
Variabel	T	d.f.	P
Grundyta (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	-0,83	31	0,415
Medeldiameter äldsta träden (cm)	0,96	36	0,342

T står för Testets t-värde, d.f. för degrees of freedom, det vill säga antalet frihetsgrader, P är testets P-värde. P  $\leq$  0,05 indikerar en signifikant skillnad mellan de undersökta populationerna.

Vid provyteinventeringen räknades antalet lågor inom provytorna (tabell 8). Det fanns fler lågor av björk i det obesprutade området jämfört med det besprutade området.

Tabell 8. Antalet lågor per hektar är beräknat från de lågor som mättes in på provvyterna.

	Bäcknäset besprutet	Bäcknäset obesprutet
	Antal/ha	Antal/ha
Lågor gran	31,7	29,3
Lågor björk	3,2	14,6
Lågor tall	1,6	0

Förekomsten av lövträd var större i det obesprutade området än i det besprutade området, både i grövre och klenare diameterklasser (tabell 9).

Tabell 9. Lövträdsförekomst i Bäcknäset.

	Bäcknäset besprutet	Bäcknäset obesprutet
Förekomst av lövträd	Antal/ha	Antal/ha
Lövträd $\geq 15$ cm i dbh	21 <sup>A</sup>	78 <sup>C</sup>
Lövträd $< 15$ cm i dbh	86 <sup>B</sup>	254 <sup>D</sup>

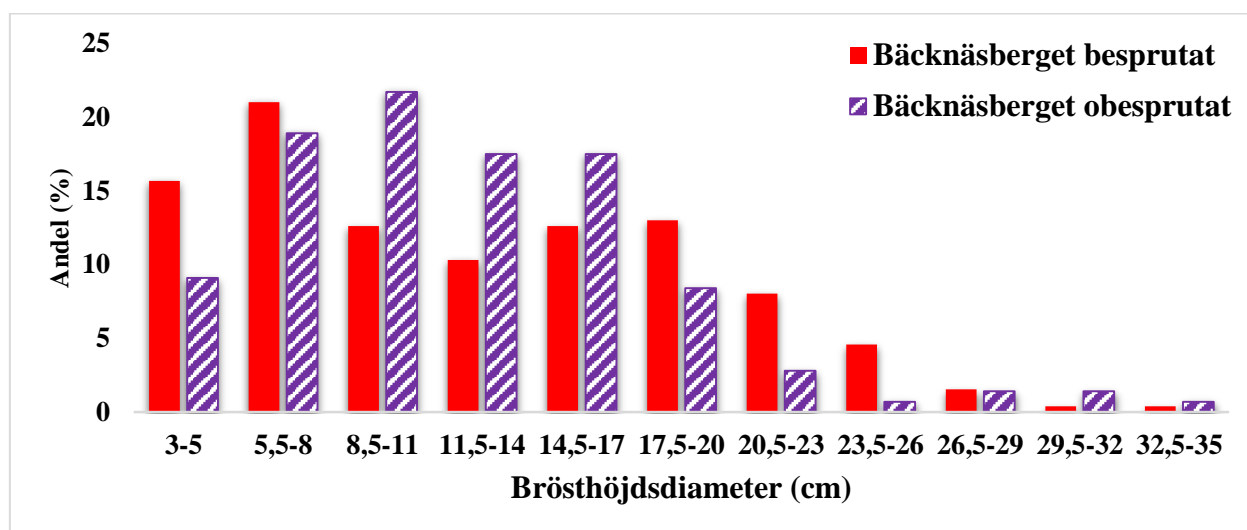
<sup>A</sup>Beräknat som antal lövträd  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 4,7 hektar av Bäcknäset besprutet som inventerades via transekter efter grövre lövträd.

<sup>B</sup>Beräknat som antal lövträd  $< 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 1,88 hektar av Bäcknäset besprutet som inventerades via transekter efter klenare lövträd.

<sup>C</sup>Beräknat som antal lövträd  $\geq 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 0,41 hektar av Bäcknäset obesprutet som inventerades via provvytor efter grövre lövträd.

<sup>D</sup>Beräknat som antal lövträd  $< 15$  cm i brösthöjdsdiameter per hektar för de 0,41 hektar av Bäcknäset obesprutet som inventerades via provvytor efter klenare lövträd.

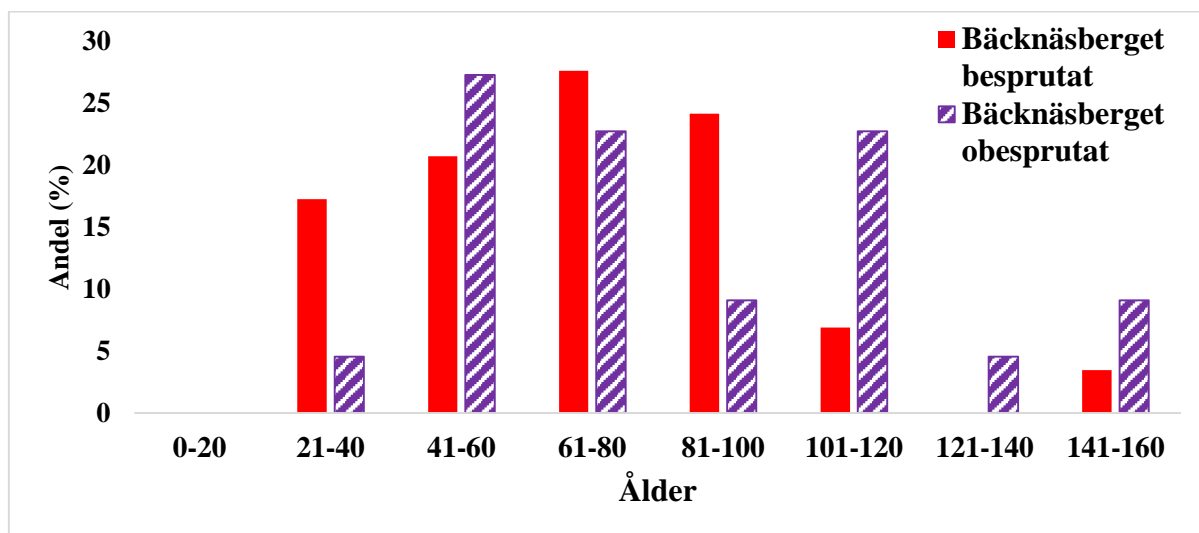
Diameterfördelningen (figur 19) har i Bäcknäset besprutet beräknats för de björkar som mättes in vid transektinventeringen, vilka var 262 stycken, och i Bäcknäset obesprutet beräknats för de björkar som mättes in vid totalklavning inom provvytor, vilka totalt var 143 stycken.



Figur 19. Diameterfördelning för björk, Bäcknäset besprutet och obesprutet. Enbart björkar med en minimidiameter av minst 3 cm i brösthöjd mättes in.

I Bäcknäsberget besprutat fanns en större andel klena lövträd. Nästan 37 procent av lövträden i det besprutade området återfanns i de lägsta diameterklasserna, 3-5 cm och 5,5-8 cm, medan motsvarande siffra för Bäcknäsberget obesprutat var ungefär 28 procent (figur 19). I det obesprutade området återfanns en betydligt större andel, ungefär 56 procent, av lövträden i diameterklasserna 8,5-11 cm, 11,5-14 cm och 14,5-17 cm, jämfört med ungefär 36 procent i det besprutade området. För de grövsta diameterklasserna syntes inga större skillnader mellan områdena.

Åldersfördelningen (figur 20) har beräknats för de björkar som borrades vid inventeringen av lövträd, och senare åldersbestämdes i laboratorium, totalt 29 stycken i Bäcknäsberget besprutat och 22 stycken i Bäcknäsberget obesprutat. Bland de borrade björkarna fanns en större andel äldre träd i det obesprutade området jämfört med det besprutade området. I det obesprutade området återfanns ungefär 36 procent av de borrade träden i åldersklasserna 101-120 år, 121-140 år och 141-160 år, medan motsvarande andel i det besprutade området var ungefär 10 procent. Den äldsta björken som åldersbestämdes i det besprutade området var 151 år, vilket även var åldern av den äldsta björken i det obesprutade området (tabell 6).



Figur 20. Åldersfördelning för björk, Bäcknäsberget. De röda staplarna representerar det besprutade området och de lila staplarna representerar det obesprutade området. Enbart björkar med en minimidiameter av minst 3 centimeter i brösthöjd mättes in vilket gör att de allra klenaste träden inte mättes in och därmed inte borrats.

### 3.3 Flygbesprutade arealer inom Arjeplogs revir enligt analys av historiskt källmaterial

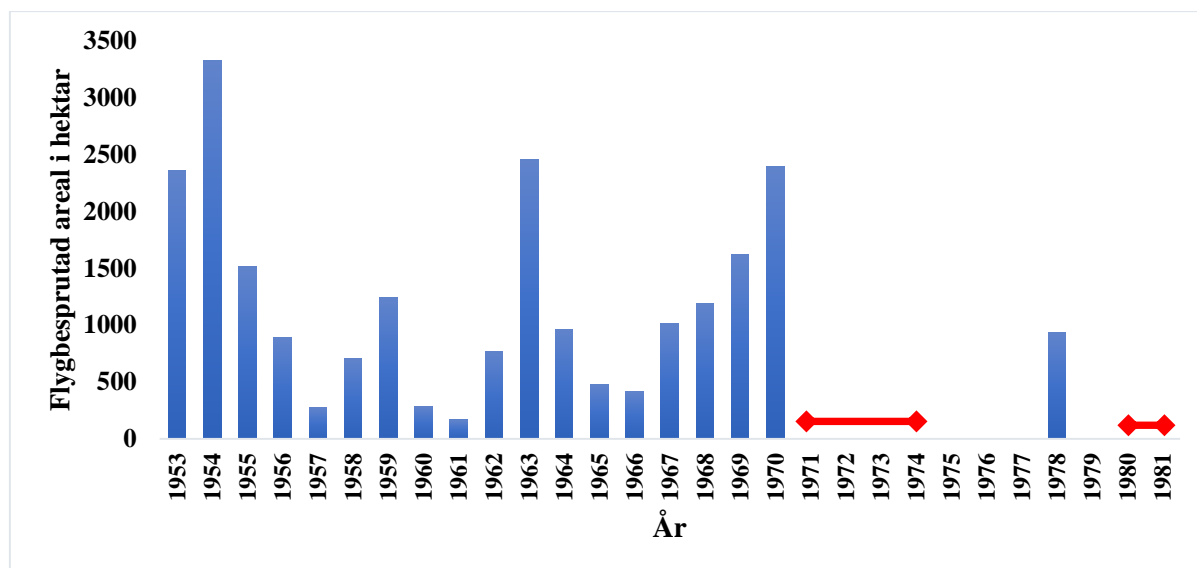
Inom Arjeplogs revir utfördes flygbesprutning på Domänverkets mark för första gången år 1953 och pågick sedan med en del uppehåll till år 1978 (figur 21). Inom reviret flygbesprutades totalt 23 000 hektar skogsmark och den besprutade arealen varierade mycket mellan åren. Toppåret 1954 besprutades 3326 hektar från luften medan det år 1961 enbart var 168 hektar som flygbesprutades. År 1954 besprutades det enskilt största objektet, området benämndes ”Sikselet” och omfattade totalt 2875 hektar. Det förekom även år då ingen flygbesprutning utfördes. Från år 1971 till 1974 var besprutning från luften inte tillåten över



svensk skogsmark, eftersom det beslutades om ett tillfälligt förbud i användningen av fenoxisyror mot lövsly den 4 mars 1971. Den 26 april 1972 beslutade riksdagen om en lag som förbjöd spridning av bekämpningsmedel över annat område än åkermark och detta förbud gällde till den 1 juli 1975 då flygbesprutning åter blev tillåten. År 1976 utfördes inte någon flygbesprutning eftersom dåvarande jägmästaren inom Arjeplogs revir, K-G Olofsson inte ansåg att det fanns något större behov av flygbesprutning (tabell 2:14).

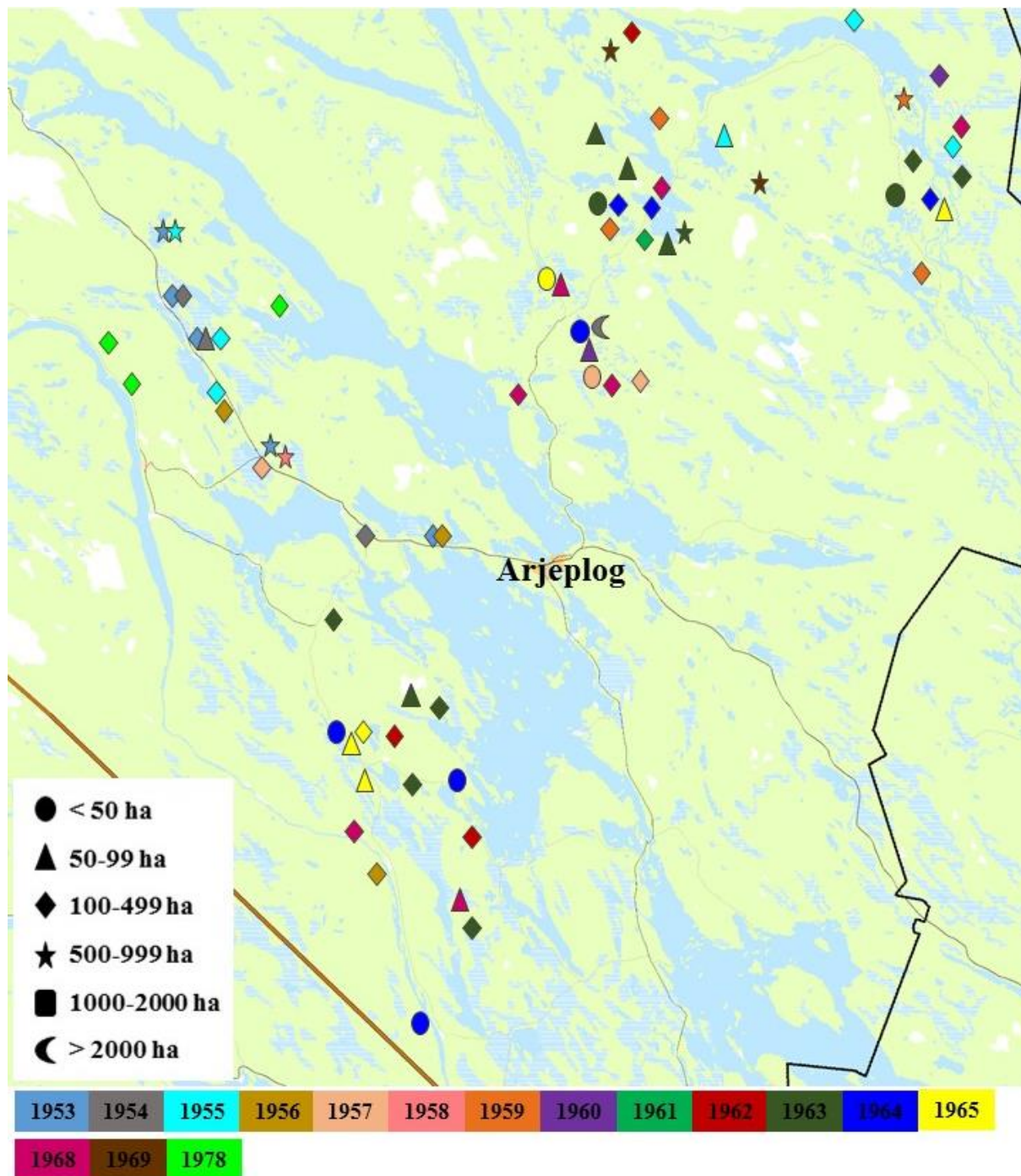
I juni månad år 1977 förbjöd Arjeplogs hälsovårdsnämnd besprutning med fenoxisyror inom socknen eftersom de ansåg att besprutningar kunde orsaka ”sanitär olägenhet ur psykiskt hänseende”. Efter klagomål från Domänverket upphävdes emellertid detta förbud i augusti månad av Länsstyrelsen, något som fick hälsovårdsnämnden i Arjeplog att överklaga Länsstyrelsens beslut i frågan till Kammarrätten i Sundsvall. På grund av dessa omständigheter genomfördes ingen flygbesprutning år 1977. Kammarrätten i Sundsvall beslutade den 11 november 1977 i målet, nr 2854-1977, att inte bifalla hälsovårdsnämndens överklagande. Motiveringen till beslutet var att den tilltänkta användningen av bekämpningsmedlet i fråga inte vållade sådana sanitära olägenheter att ingripande enligt hälsovårdsstadgan var påkallat.

År 1978 flygbesprutades de områden som varit tilltänkta året innan men som hindrats på grund av hälsovårdsnämndens förbud och den senare rättsprocessen. År 1979 utfördes ingen flygbesprutning inom reviret, utan enbart fickning. År 1980 och 1981 beslutades om tillfälliga förbud för spridning av alla herbicider mot löv i skog, vilket innebar att ingen flygbesprutning utfördes inom reviret dessa år. Den 1 januari 1984 fastställdes en lag om ett generellt förbud för spridning av kemiska medel över skogsmark.



Figur 21. Arealer som flygbesprutades med bekämpningsmedel mot löv på Domänverkets mark inom Arjeplogs revir. Åren 1971 till 1974 var det enligt lag förbjudet med flygbesprutning, likaså åren 1980 och 1981, vilket illustreras med de horisontella linjerna i figuren.

De flygbesprutade områdena uppvisar något av en gruppvis fördelning i landskapet, de flesta områdena ligger i närheten av andra besprutade områden (figur 22). En annan iakttagelse är att flera av de besprutade områdena tenderar att ligga nära de större vägarna inom kommunen, ett exempel på detta är det flertal objekt som ligger på rad längs riksväg 95 mot Norge, i nordvästlig riktning sett från Arjeplog (figur 22).



Figur 22. Karta över flygbesprutade områden på Domänverkets mark inom Arjeplogs revir. De olika färgerna illustrerar enskilda år och formerna storleken av det besprutade objektet. Inom Arjeplogs revir flygbesprutades mellan åren 1953 till 1978 totalt 23 000 hektar skogsmark och för 4458 hektar av dessa saknas platsuppgifter. De år där platsuppgifter helt eller delvis saknas är 1962, 1963, 1964, 1966, 1967, 1968 och 1970. De saknade uppgifterna medför att kartan inte är fullständig.

### **3.4 Flygbesprutade skogstyper inom Arjeplogs revir enligt analys av historiskt källmaterial**

I Domänverkets arkivmaterial saknas för vissa år uppgifter om vilka skogstyper som flygbesprutades inom Arjeplogs revir. Jag har därför valt att beskriva vilken typ av skog som flygbesprutades genom att fokusera på två år, 1955 och 1959, då det för dessa år fanns fullständiga uppgifter om besprutningsobjekten i arkivmaterialet.

#### **3.4.1 Flygbesprutning år 1955**

I ett brev till överjägmästare Gunnar Nordell, daterat den 12 januari 1955, inkom Gösta Lundqvist, jägmästare vid Domänverket i Arjeplogs revir med traktförslag och skisser för lämpliga flygbesprutningsobjekt (tabell 2:1). Lundqvist påpekade i detta brev att 1953 års flygbesprutningar delvis misslyckats, något som enligt honom främst berodde på olämpliga väderförhållanden med ihållande regn och låga temperaturer. Han tyckte därför att det var viktigt att snarast ombespruta de trakter från 1953 års flygbesprutning som ansågs vara i behov av det. Lundqvist framhöll att det ur ekonomisk synpunkt var viktigt att fullfölja en påbörjad björkbekämpning. Förutom ombesprutning av en del av 1953 års trakter föreslogs fyra trakter som lämpliga för flygbesprutning.

Den första trakten var belägen inom Kronoöverloppsmark till Skellefte älv och den benämndes som trakt ”vid Björklundsvägen”. Björkbekämpning ansågs vara nödvändig inom 5 år. Trakten beskrevs som svårföryngrad och den markbereddes år 1952. Innan markberedningen, år 1948-49, björkrycktes trakten, utom i områden med svår terräng. Bedömningen var att såddbjörk och mindre områden med skotts- och stambjörk riskerade att äventyra den lovande självsådd som uppkommit i markberedningsfläckarna. Den andra trakten var belägen i kronopark Luottonlandet och benämndes ”östra Suovas”. Denna trakt beskrevs som lättföryngrad och den hyggesrensades år 1954. Vid hyggesrensningen lämnades stubbskotts- och stambjörk i väntan på flygbesprutning. Den tredje trakten låg inom Kronoöverloppsmark till Pite älv och benämndes ”Arvasbäcken”. Trakten beskrevs som lättföryngrad och den hyggesrensades år 1949-51. I området fanns en riklig förekomst av stubbskotts- och stambjörk i form av björkbuketter som etablerats efter hyggesrensningen och huggningen av björk. Den fjärde trakten låg även den inom Kronoöverloppsmark till Pite älv och benämndes som trakt ”sydväst om Gallapuoda”. Trakten beskrevs som lättföryngrad och hyggesrensades år 1950 och 1954. Efter hyggesrensningen år 1950 etablerades stubbskott av björk i bukettform och efter den senare hyggesrensningen lämnades stubbskotts- och stambjörk i väntan på flygbesprutning.

Senare handlingar (tabell 2:1), daterade den 26 juli 1955, bekräftar vilka trakter Basbolaget utförde flygbesprutningar i, samt besprutningstidpunkt och besprutade arealer i hektar (tabell 10). Förutom de fyra ovan beskrivna trakterna utfördes även ombesprutning för två av 1953 års trakter, Esmejaure och Aspnäs, som båda var belägna inom Kronoöverloppsmark till Skellefte älv. Totalt besprutades 1510 hektar inom Arjeplogs revir år 1955 med hormoslyr 64 från helikopter. Doseringen av bekämpningsmedlet var 2,5 till 3,1 liter per hektar.

Tabell 10. Flygbesprutade områden inom Arjeplogs revir år 1955.

Bekämpningsplats	Bekämpad areal i ha	Arbetet utfört	Kommentar
Suovas	174	13-14 juli	Trakt 2
Arvasbäcken	116	14-15 juli	Trakt 3
Gallapuoda	59	15-16 juli	Trakt 4
Björklund	155	17-19 juli	Trakt 1
Esmejaure	816	Juli	Ombesprutning
Aspnäs	190	Juli	Ombesprutning
<b>SUMMA</b>	<b>1510</b>		

### 3.4.2 Flygbesprutning år 1959

År 1959 flygbesprutades fyra områden inom Arjeplogs revir med en sammanlagd areal av 1243 hektar (tabell 11). Det första området låg inom Kronoöverloppsmark till Pite älv och benämndes som trakt "norr om Mattaure". Skogstypen i området beskrevs som björkbuketter med en höjd av en meter och området var både svagt och starkt lutande. Boniteten angavs till 1,5 m<sup>3</sup>sk per hektar och år och området höjd över havet var 450 till 525 meter. Inom detta område beräknades preparatåtgången till cirka 600 liter. Det andra området var även det beläget inom Kronoöverloppsmark till Pite älv och benämndes som "Jårbojaur". Skogstypen i området beskrevs som björkbuketter med en höjd av en meter under en fröträdsställning av tall. Områdets topografi var svagt lutande men starkt kuperat, boniteten angavs till 1,5 m<sup>3</sup>sk per hektar och år och området höjd över havet var 450 till 500 meter. Inom detta område beräknades preparatåtgången till cirka 700 liter. Det tredje området låg inom kronoparken Luttonlandet och benämndes som trakt "öster om Varrasviken". Områdets skogstyp beskrevs som björkbuketter med en höjd av tre meter samt ett skikt av tallöverståndare. Området var plant och beläget 430 meter över havet. Preparatåtgången beräknades till cirka 1800 liter. Den fjärde trakten låg inom kronoparken Eggelats och benämndes som trakt "öster om Platsajaure". Skogstypen angavs till björkbuketter med en höjd av tre meter samt ett skikt av tallöverståndare. Området var starkt kuperat och beläget 430 meter över havet. Preparatåtgången beräknades till 600 liter (tabell 2:2).

Tabell 11. Flygbesprutade områden inom Arjeplogs revir år 1959.

Bekämpningsplats	Bekämpad areal i ha	Arbetet utfört	Kommentar
N. om Mattaure	205,2	Efter 15 juli	Trakt 1
Jårbojaur	231,8	Efter 15 juli	Trakt 2
Ö. om Varrasviken	610	Efter 15 juli	Trakt 3
Ö. om Platsajaure	196	Efter 15 juli	Trakt 4
<b>SUMMA</b>	<b>1243</b>		

## 4. DISKUSSION

Min studie omfattar två delar, där den ena delen har utgjorts av en fältstudie och den andra av en studie och analys av historiskt källmaterial. I fältstudien har jag jämfört flygbesprutade områden med likartade referensområden samt undersökt vilka effekter flygbesprutning har på skogsstrukturen. I studien av källmaterial har jag undersökt hur stora arealer och vilken typ av skog som flygbesprutades på Domänverkets mark inom Arjeplogs revir. Det finns få långtidsstudier om herbicidernas effekter på skogsstrukturen och såvitt jag vet har inga sådana studier utförts i Sverige. Därför anser jag att min studie är viktig för att försöka öka kunskapen om konsekvenserna av herbicidanvändning och flygbesprutning.

Jag kommer att inleda diskussionen med att göra en områdesvis jämförelse mellan de besprutade och obesprutade områdena, det vill säga jag jämför Loholm besprutat med Loholm obesprutat och Bäcknäsberget besprutat med Bäcknäsberget obesprutat. Efter det är min avsikt att utifrån dessa jämförelser och resultaten från fältstudien, samt resultat från liknande studier som gjorts i Nordamerika, diskutera vilka effekter flygbesprutning har på skogsstrukturen. Jag kommer sedan att diskutera flygbesprutning inom Arjeplogs revir och vilken typ av skog som besprutades. Min avsikt är även att diskutera hur debatten gick i det svenska samhället kring användandet av herbicider mot löv inom skogsbruket under perioden 1950-1980. Jag kommer dessutom att göra en internationell utblick där jag diskuterar hur herbicidanvändningen ser ut i andra länder jämfört med Sverige. Avslutningsvis vill jag försöka besvara frågan varför lövträden bekämpades i de norrländska skogarna och vilka möjliga konsekvenser det kan ha gett upphov till.

### 4.1 Jämförelse mellan Loholm besprutat och obesprutat

Skogen i Loholm besprutat var överlag ganska gles, tydligt talldominerad och likåldrig. Det fanns mycket bär och bärris i form av blåbär, lingon (*Vaccinium vitis-idaea* L.) och kråkbär (*Empetrum nigrum* L.). En jämförelse mellan dagens skogsstruktur och strukturen år 1935, innan besprutning, visar på flera skillnader men också vissa likheter. År 1935 angavs att det fanns 10 procent björk (tabell 2:15), vilket är en betydligt högre andel än dagens 3 procent. Skogen var år 1935 till skillnad från idag olikåldrig, med en spännvidd från 40 år till 160 år och äldre. Förklaringen till den nuvarande skogsstrukturen med ett likåldrigt bestånd går att finna i de kalhuggningar som utfördes i början av 1950-talet, några år innan flygbesprutningarna utfördes. En likhet i dagens skogsstruktur och strukturen år 1935 är att skogen i området, precis som då, är gles och att beståndet är förhållandevis ojämnt, det finns vissa steniga partier som är mycket glest bevuxna och andra delar som är tätare bevuxna. Orsakerna till den ojämna skogsstrukturen är troligtvis inte desamma idag som år 1935, då det främst var tidigare genomhuggningar som gett upphov till de glesa skogarna (Ebeling 1959a, Holmgren 1959). Jag tror att dagens ojämna bestånd förutom den variation som finns inom området, med en del riktigt steniga partier (figur 23) där tillväxten är låg, även beror på den höga frekvensen av älgskador. Enligt Skogsstyrelsens senaste Älgbetesinventering (ÄBIN) fanns färskas älgskador på 10,1 % av alla tallar i ÄBIN-område 22 som utgörs av Arjeplogs



kommun (Skogsstyrelsen 2014a). Den geografiska spridningen av de färska älgskadorna varierar inom kommunen men Loholmsområdet nordväst om Arjeplog ligger i ett område som enligt 2014 års inventering är hårt drabbat av älgskador. Inventeringen visar på områden väster om Arjeplog med över 20 % färska skador på tallarna (Skogsstyrelsen 2014a). Jag iakttog älgskador i form av betning och stamskador både i Loholm besprutat och Loholm obesprutat.



Figur 23. Ett av de steniga partierna som fanns inom Loholm besprutat. I förgrunden ses några rönnar (*Sorbus aucuparia* L.) som betats av älg. Foto av författaren.

Den tydligaste skillnaden mellan områdena kunde ses i trädslagsfördelningen, där andelen lövträd var nästan 10 gånger lägre i Loholm besprutat, knappt 3 procent, jämfört med Loholm obesprutat, 33 procent. Denna skillnad syntes även i förekomst av lövträd räknat per hektar, där det fanns knappt 76 lövträd per hektar i det besprutade området jämfört med hela 222 lövträd per hektar i det obesprutade området. De få björkar som fanns i Loholm besprutat uppvisade en del speciella karaktärer. De flesta björkarna i det besprutade området växte gruppvis eller i klungor (figur 24), både de med lite grövre diameter ( $>10$  cm i dbh) liksom de klenare (3-6 cm dbh). Det fanns en del enstaka solitära björkar över 15 cm i dbh, den grövsta björken uppmättes till 20,5 cm i dbh.

Många av björkarna hade ett speciellt utseende med underliga stammar (figur 25, figur 26). Flertalet av björkarna utgick från en gemensam växtpunkt, som sedan förgrenade sig i 5 till 6 stammar som närmast kunde liknas vid en bukett (figur 27). Jag hittade inte några björkar med liknande växtsätt i det obesprutade området, utan de var mer rakstammiga (figur 28).





Figur 24. Det gruppvisa eller klungliknande växtsätt som jag anser var typiskt för björkarna i Loholm besprutat. Foto av författaren.



Figur 25. Flera av björkarna i Loholm besprutat hade en grövre huvudstam som uppvisade ett krypande växtsätt, från denna stam växte flera klenare stammar mer uppåtriktat. Foto av författaren.





Figur 26. Många av björkarna i Loholm besprutat uppvisade konstiga stammar, detta är ett exempel. Foto av författaren.



Figur 27. En björk i Loholm besprutat med ett växtsätt som jag anser var typiskt för platsen, många klena stammar som gör att björken påminner om en bukett. Foto av författaren.





Figur 28. Björkarna var mer rakstammiga i Loholm obesprutat än i det besprutade området. Foto av författaren.

Det går inte att ge någon säker förklaring till varför björkarna såg ut som de gjorde i Loholm besprutat men min teori är att björkarna som växer i det besprutade området till stor del härstammar från gamla stubbar, det vill säga stubbskott, från björkar som växte där innan besprutningen. Förekomsten av yngre björk var relativt sparsam och de yngre björkar som fanns var huvudsakligen i den speciella bukettformen. Min uppfattning är att de flesta björkarna vuxit upp som stubbskott. I boken *Norrländska skogsvårdsfrågor* (Ebeling 1972) finns ett antal bilder på stubbskottsbjörkar som uppkommit efter ringbarkning och fickning med herbicider och björkarna på dessa bilder påminner om de björkar jag iakttog i Loholm besprutat. Det samlade intrycket var att det fanns få grövre björkar över 15 cm i dbh och mer klen björk och att björkarna främst växte i klungor med speciella stammar och bukettliknade växtsätt.

I Loholm obesprutat dominerades stora delar av området av björk och framförallt klenare björk (figur 29). Mitt intryck är att en tidigare utförd björkröjning har gett upphov till ännu fler klena björkstammar, som främst växer i gruppvisa klungor. Det fanns även en del grövre stambjörkar som i jämförelse med Loholm besprutat hade rakare stammar och ett mer uppåtriktat växtsätt (figur 30). Jag anser att björkstammarna i det obesprutade området var betydligt mer rakstammiga jämfört med björkarna i det besprutade området.





Figur 29. Det fanns ett stort inslag av björk, framförallt klenare björk, i Loholm obesprutat. Foto av författaren.



Figur 30. En av de vackra björkarna i Loholm obesprutat. Foto: Daniel Eriksson.

Det har gått drygt 61 år sedan den första flygbesprutningen utfördes i Loholmsområdet. Den äldsta borrade björken i det besprutade området åldersbestämdes till 80 år, vilket visar att en del björkar uppenbart överlevt besprutningen. Men bland de borrade björkarna var det enbart 16 procent som återfanns i klassen 61 till 80 år, vilket kan tolkas som att de flesta lövträden etablerats efter tidpunkten för besprutning. Det är inte möjligt att svara på hur mycket björk som fanns i området vid tidpunkten för besprutning och vilken ålder de hade, men vid

ombesprutningstillfället år 1958 angavs att det i området fanns björksly samt överståndare av björk och tall. Trots att det inte finns mer exakta uppgifter över lövträdens tätheter och åldrar vid tidpunkten för besprutning anser jag att mina resultat styrker hypotesen att de lövträd som finns i de besprutade områdena huvudsakligen etablerats efter tidpunkten för besprutning. Det är även värt att notera den stora skillnaden i maxålder för den äldsta borrade björken i respektive område, 80 år i Loholm besprutat mot 144 år i Loholm obesprutat.

De båda områdena uppvisade liknande skogsstruktur, förutom med avseende på maxålder, vilken var 48 år i Loholm besprutat och 86 år i Loholm obesprutat. Den huvudsakliga förklaringen till denna skillnad i ålder var att det i Loholm obesprutat fanns ett litet parti med äldre skog som kom med i inventeringen.

## **4.2 Jämförelse mellan Bäcknäsberget besprutat och obesprutat**

Den nuvarande skogen i Bäcknäsberget besprutat utgörs till 88 procent av gran, till 6 procent av tall och 6 procent består av björk. Beståndsbeskrivningen från 1935 (tabell 2:17,18) angav att skogen till 50 procent utgjordes av tall, 40 procent av gran och 10 procent av björk.

Dagens skog är välsluten medan skogsstrukturen år 1935 beskrevs som ojämn. Det nuvarande beståndet består av flerskiktad naturskog vilket även verkar ha varit fallet år 1935 då det fanns skog av åldrarna 40 till 159 år i området.

I beskrivningen av besprutningsområdet från år 1956 går att läsa att det innan flygbesprutningen fanns björksly och björkbuketter med en ungefärlig höjd av 2 meter samt tallöverståndare. Den här beskrivningen stämmer bäst in på de delar av Bäcknäsberget som avverkats innan besprutning vilket inte var fallet i mitt fältstudieområde som bestod av äldre grandominerad naturskog. Fältstudieområdet bestod av en smal skogsremsa i anslutning till Laisälven och skiljer sig alltså tydligt från det övriga besprutade området.





Figur 31. Bäcknäsberget besprutat sett från älven. Foto av författaren.



Figur 32. Bäcknäsberget obesprutat sett från älven. Foto av författaren.

Skogen var grandominerad i både Bäcknäsberget besprutat och obesprutat (figur 31, figur 32), med ett inslag av en del grova tallar i det besprutade området (figur 33). I det besprutade området fanns enbart björk medan det förutom björk även fanns ett parti med asp i det obesprutade området (figur 33). I båda områdena fanns inslag av en del örter i markvegetationen, exempelvis midsommarblomster (*Geranium sylvaticum* L.), ormbär (*Paris quadrifolia* L.), brännässla (*Urtica dioica* L.) och nordisk stormhatt (*Aconitum lycoctonum* L.).

Det fanns färre lågor av björk i det besprutade området, ungefär 3 lågor per hektar, jämfört med nästan 15 lågor per hektar i det obesprutade området.



Figur 33. En av de grova tallar som påträffades i Bäcknäsberget besprutat till vänster, partiet med asp i Bäcknäsberget obesprutat till höger. Foto av författaren.

I det besprutade området fanns en koncentration av björk närmast älven. De flesta björkarna växte längs strandkanten och jag kunde se en gräns cirka 40 till 60 meter från vattnet där andelen björk tydligt minskade. Efter att denna gräns passerats iakttog jag endast ytterst få björkar och de björkar som fanns var huvudsakligen kläna och undertryckta av gran. Jag finner det troligt att eftersom Laisälven är en oreglerad älv visar denna gräns hur högt vattnet når vid vårfloden och att björkar framförallt växer så högt upp som vårfloden når.

Precis som i Loholm kunde den tydligaste skillnaden mellan områdena i Bäcknäsberget ses i trädslagsfördelningen. Andelen lövträd var i Bäcknäsberget besprutat knappt hälften av den i Bäcknäsberget obesprutat, 6,5 procent jämfört med 11,5 procent. Denna skillnad syntes även i förekomst av lövträd räknat per hektar, där det fanns 107 lövträd per hektar i det besprutade området jämfört med hela 332 lövträd per hektar i det obesprutade området. I Bäcknäsberget besprutat växte, på liknande sätt som i Loholm besprutat, många björkar gruppvis eller i klungor och de verkade utgå från en gemensam punkt (figur 34) vilket enligt min uppfattning kan vara från gamla stubbar. I likhet med Loholm besprutat fanns även i Bäcknäsberget besprutat björkar med krokiga stammar och växtsätt som jag inte tycker verkar vara naturliga för björk (figur 35). Sådana björkar återfanns inte i Bäcknäsberget obesprutat. Jag tycker att björkarna i det obesprutade området generellt sett hade rakare stammar än i det besprutade området. Det är värt att notera att maxåldern för den äldsta borrarade björken i respektive område är densamma, 151 år.





Figur 34. Många av björkarna i Bäcknäsberget besprutat växte i grupp och stammarna verkar utgå från en gemensam punkt. Foto av författaren.



Figur 35. En av björkarna i Bäcknäsberget besprutat som med sitt bukettliknande växtsätt påminde mycket om de i Loholm besprutat. Foto av författaren.



Det är drygt 58 år sedan flygbesprutningen utfördes i Bäcknäsberget. Överlevnaden hos björkarna verkar ha varit god, hela 62 procent av de borrade björkarna åldersbestämdes till att vara över 58 år. En möjlig förklaring till att en sådan stor andel björk har överlevt kan vara att besprutningen utfördes i ett naturskogsbestånd. Flygbesprutning med fenoxisyror var en metod som främst användes för att begränsa förekomsten av yngre lövvegetation på hyggesmark med syftet att förhindra lövet från att ta överhanden över återväxten av barrträd (Anon 1975, Anon 1976). För behandling av enskilda lövträd var fickning den metod som förespråkades (Fransson 1952). Ulf Bärning vid Skogshögskolan framförde i en uppsats från år 1965 sina resultat från forskningen om behandling av lövträdsvegetation med herbicider. Han beskrev de villkor som behövde vara uppfyllda för ett besprutningsobjekt för att gott resultat skulle uppnås. Ett av dessa villkor var frihuggning av lövträdsvegetation, vilket innebar avverkning av barrskogen i äldre bestånd med stort lövinslag före besprutning. Vid flygbesprutningen i Bäcknäsberget har barrskogen uppenbarligen inte avverkats innan herbicidbehandlingen, åtminstone inte i fältstudieområdet. Ett annat villkor var lägsta möjliga flyghöjd. Bärning beskrev dessutom att det var de största plantorna eller träden som drabbades hårdast av besprutningen, då de befann sig närmast det utsprutade vätskemolnet. I det här fallet kan det ha inneburit att det dominerande skiktet av gran hindrade en betydande del av besprutningsvätskan från att nå de lägre lövträdsskikten. Det kan ha lett till att fler lövträd överlevde besprutningen tack vare att de skyddades av den högre vegetationen.

### 4.3 Flygbesprutningens effekter på skogsstrukturen

I min fältstudie har jag undersökt hur flygbesprutning med herbicider mot lövvegetation på lång sikt har påverkat skogsstrukturen, framförallt med avseende på lövträd. Detta är ett ämne som inte är särskilt välstuderat, det finns enbart ett fåtal långtidsstudier som behandlar herbicider som använts inom skogsbruket och deras effekter på skogsstrukturen (Newton m.fl. 1992, Lautenschlager & Sullivan 2002, Olson m.fl. 2012). Min fältstudie indikerar att flygbesprutning med herbicider mot löv ger upphov till långvariga effekter då det fortfarande, cirka 60 år efter besprutning, finns en betydligt lägre andel lövträd i de besprutade områdena jämfört med respektive obesprutat referensområde. Det står också klart att i båda de besprutade områdena finns fortfarande lövträd, behandlingarna har alltså inte utrotat alla lövträd. Lautenschlager (1993) ger flera förklaringar till varför herbicidbehandlingar för det mesta inte utrotar enskilda arter. Bland dessa anledningar kan nämnas att: (1) behandlingarna oftast utformas för att minska konkurrensen och inte för att avlägsna all konkurrerande vegetation, (2) i behandlade områden finns ofta ”mistor”, vilket är oavsiktligt obesprutade områden och (3) vegetation som växer nära marken ofta undgår behandling när den skyddas av högre vegetation.

Mina resultat som antyder en långvarig minskning av andelen lövträd, och speciellt äldre lövträd, i flygbesprutade områden uppvisar likheter med ett försök med herbicider och deras påverkan på skogsstrukturen som finns i Maine, USA och kallas *The Austin Pond Study* (Newton m.fl. 1992, Olson m.fl. 2012, Bataineh m.fl. 2014). Detta experiment anlades år 1977 med syftet att undersöka effekterna av flygbesprutning med herbicider på tidiga

successioner av skogsvegetation (Newton m.fl. 1992). Försöket anlades i ett bestånd som kalavverkats under vintern 1969 till 1970. När studien sju år senare inleddes fanns en riklig naturlig förnygring av barrträd såsom balsamgran (*Abies balsamea* (L.) Mill.), amerikansk rödgran (*Picea rubens* Sarg.) och svartgran (*Picea mariana* Mill.) men barrträden var undertryckta på grund av buskvegetation och lövträd (Newton m.fl. 1992). Bland buskarna dominerade hallon (*Rubus* spp.) och bland lövträden fanns flera arter av asp (*Populus* spp.) och björk (*Betula* spp.), rödlönn (*Acer rubrum* L.) och olika videarter (*Salix* spp.) (Olson m.fl. 2012). I försöket utfördes flygbesprutningar med 12 olika kombinationer och koncentrationer av 4 herbicider samt 2 kontrollbehandlingar (Newton m.fl. 1992). De herbicider som testades var fenoxisyrorna 2,4-D och 2,4,5-T, som var de vanligast förekommande under denna tid samt glyfosat, en aminoättiksyra, och triclopyr, som var ämnen som då nyligen godkänts av US Environmental Protection Agency, miljöskyddsmyndigheten i USA (Olson m.fl. 2012).

Flera uppföljande studier har gjorts av *The Austin Pond Study*-försöket. Nio år efter att flygbesprutningarna utförts undersökte Newton m.fl. (1992) hur vegetationen utvecklats i de olika försöksområdena. Resultaten visade en kraftig ökning av lövvegetation i de obehandlade områdena medan det i alla herbicidbehandlade områden observerades en minskning av lövvegetation över 1,5 meters höjd. Trots herbicidbehandlingarna fanns fortfarande en del individer kvar av alla lövträdsarter, ingen art hade utrotats. I de områden som behandlats med fenoxisyror fanns både en högre andel lövträd och en högre diversitet av lövträd än i de områden som behandlats med glyfosat och triclopyr. Den slutsats som Newton m.fl. (1992) drog var att alla de herbicidbehandlingar som ingick i försöket på lång sikt minskade andelen lövträd och buskar i förhållande till barrträden.

En senare uppföljning av herbicidförsöket utfördes av Olson m.fl. (2012). I denna uppföljning sågs år 2010 ingen skillnad mellan de olika herbiciderna till skillnad från den tidigare studien, där glyfosat och triclopyr uppvisade en högre effektivitet i kontrollen av lövträd jämfört med fenoxisyrorna. Det sågs inte heller någon skillnad i effektivitet mellan högre och lägre doseringar av herbicider. Författarnas slutsats var att på lång sikt kunde inte någon skillnad ses mellan olika herbicidbehandlingar i fråga om produktion av barrträdsdominerade blandskogsbestånd. 33 år efter utförd flygbesprutning dominerades alla herbicidbehandlade försöksområden av barrträd medan de obehandlade områdena dominerades av lövträd med ett lägre skikt av undertryckta barrträd. Författarna fastslog att resultaten från deras studie stödjer teorin att herbicidbehandlingar på lång sikt ger upphov till barrträdsdominerade bestånd. De poängterade dock att herbicidbehandlingar inte skapar monokulturer av barrträd utan att ett visst lövinslag finns kvar trots behandlingarna. Min fältstudie uppvisar liknande resultat som Olson m.fl. (2012), där de flygbesprutade områdena är barrträdsdominerade med ett visst lövinslag, dock med ett betydligt lägre lövinslag än i de obesprutade områdena.

Bataineh m.fl. (2014) använde sig av *The Austin Pond Study* för att undersöka de långsiktiga effekterna av herbicidbehandling på markvegetationen. Resultaten visade att flygbesprutning med herbicider inte hade någon väsentlig effekt på markvegetationens artrikedom och täckningsgrad 23 och 33 år efter behandling. Författarna ansåg att det inte är troligt att flygbesprutning med herbicider ger bestående effekter på markvegetationen och deras slutsats var att herbicidbehandlingarna inte haft någon direkt långsiktig effekt på markvegetationen.

Utifrån de iakttagelser jag gjorde vid min fältstudie kunde inte jag se några tydliga skillnader mellan markvegetationen i de besprutade områdena jämfört med de obesprutade områdena.

Det finns ett flertal studier som dokumenterar de mer kortsiktiga effekterna av herbicider på vegetationen i nordliga skogsekosystem (Lautenschlager & Sullivan 2002). De flesta studierna fokuserar på herbiciderna glyfosat eller triclopyr och inte på fenoxysyror, men studierna är ändå relevanta då dessa herbicider alla har använts för att underlätta produktionen och öka den ekonomiska avkastningen i barrträdsbestånd genom att avlägsna oönskade buskar och lövträd (Guynn m.fl. 2004). De flesta studier visar att herbicidbehandlingar reducerar icke-barrträdsvegetation under ett till fyra år efter behandlingstillfället (Lautenschlager & Sullivan 2002), tre av dessa studier beskrivs här översiktligt för att visa på detta. En studie av Gagné m.fl. (1999) från nordöstra Quebec, Kanada visade att lövträdsandelen två år efter glyfosatbehandling var tio gånger lägre i det behandlade området jämfört med det obehandlade området. Freedman m.fl. (1993) studerade kortsiktiga effekter av glyfosatbehandling på föryngringsvegetation i centrala Nova Scotia, Kanada. Studien visade att glyfosatbehandling reducerade tätheterna av lövträd. Efter sex år var tätheterna av lövträd lägre i de behandlade områdena än i de obehandlade områdena och slutsatsen var att de herbicidbehandlade områdena skulle utvecklas till barrträdsdominerade bestånd. En studie av Lloyd (1994) i ett område i British Columbia, Kanada visade på en lägre diversitet och abundans av lövträd och buskar i glyfosatbehandlade områden jämfört med obehandlade områden tre till åtta år efter behandlingstillfället. Trots att dessa studier främst dokumenterar herbicidernas kortsiktiga effekter på skogsstrukturen så uppvisar de liknande resultat som min fältstudie, det vill säga en lägre andel lövträd i områden som behandlats med herbicider än i obehandlade områden.

Min fältstudie visar även att lövträden har en lägre medelålder i båda de besprutade områdena jämfört med de obesprutade områdena och det finns en lägre andel äldre lövträd i de besprutade områdena. En tänkbar förklaring till dessa mönster är att flygbesprutningarna har dödat de flesta av de äldsta lövträden och att en större andel av lövträden i de besprutade områdena därigenom har etablerats genom stubbskott efter besprutning.

#### **4.3.1 Herbicidernas effekter på älgarnas bete**

Flera studier visar att herbicidbehandlingar mot löv minskar födotillgången för älg upp till fyra säsonger efter behandling (Lautenschlager 1993, Kelly m.fl. 1998). Denna slutsats verkar rimlig eftersom älg föredrar att beta lövträdsarter som asp, sälg, rönn och björk framför tall (Ahlén 1975) och syftet med herbicidbehandlingarna är att bekämpa just lövträdsarter. Även älgarnas habitat användning kan påverkas. En norsk studie visade att älgarna under åtta av nio år efter herbicidbehandling i lägre grad nyttjade glyfosatbehandlade områden jämfört med kontrollområden (Hjeljord 1994). Det går inte att avgöra hur flygbesprutningarna i Loholm och Bäcknäsberget på lång sikt har påverkat födotillgången för älg men eftersom andelen lövträd är lägre i båda de besprutade områdena är det troligt att födotillgången försämrats. En möjlig konsekvens av den minskade födotillgången av de föredragna lövträdsarterna är en ökad betning av tall vilket skulle kunna resultera i en högre älgskadefrekvens. Jag har inte

hittat några långtidsstudier över hur födotillgången för älg på lång sikt påverkas av herbicidbehandlingar.

#### 4.4 Flygbesprutning inom Arjeplogs revir

På Domänverkets mark inom Arjeplogs revir utfördes flygbesprutningar mellan 1953 till 1978, med ett uppehåll under perioden 1971 till 1977. Jägmästare Gösta Lundqvist vid Arjeplogs revir beskrev år 1955 den kemiska lövbekämpningens syfte, vilket först och främst var att reducera andelen björk i minst en sådan omfattning att den inte hindrade föryngringen av barrskog eller försvårade utvecklingen av redan befintlig föryngring (tabell 2:1). En senare redogörelse av motivet för användningen av fenoxysyror beskrev att skogsbrukets huvudmål var att säkerställa en långsiktig hög och värdefull skogsproduktion och att en begränsning av lövslyförekomsten på hyggena var nödvändig för att nå detta mål. Begränsningen av lövsly kunde ske genom mekanisk rövning vid liten eller måttlig lövslyförekomst men vid rikligt lövuppslag var kemisk bekämpning ett måste (Anon 1976).



Figur 36. Inom Arjeplogs revir var besprutning från luften förstahandsvalet vid applicering av herbicider. Foto: Leif Öster. Källa: Domänverket, informationsavdelningen, Landsarkivet Härnösand.

Det är viktigt att komma ihåg att flygbesprutning inte var den enda metoden för applicering av herbicider, även manuell applicering via ryggspruta och fickning tillämpades inom reviret. Besprutning från luften (figur 36) var dock förstahandsvalet inom Arjeplogs revir, under

förutsättning att det var möjligt att använda sig av den metoden (Olofsson personlig kommunikation, 2015). För att kunna använda flygbesprutning krävdes tillgång till en landningsplats i närheten av besprutningsobjektet och besprutning via flyg var även den billigaste metoden och den mest skonsamma mot skogsarbetarna (Olofsson personlig kommunikation, 2015). I en skrift om kemisk lövslybekämpning från 1976 beskrev Domänverket, Skogsindustriernas Samarbetsutskott och Sveriges Skogsägareföreningars Riksförbund hur de avsåg att använda fenoxisyrorna inom skogsbruket (Anon. 1976). Deras ståndpunkt var att där det var möjligt att använda sig av flygbesprutning skulle detta också göras. Motiven för att använda flygbesprutning var att preparatåtgången per behandlad hektar var lägre än vid besprutning från marken och att flygbesprutning innebar en bättre arbetsmiljö för de som sysslade med besprutningsarbetet. De tre organisationerna förordade att markbekämpning skulle begränsas till små och spridda objekt samt till objekt där spridning med flyg av annan anledning inte kunde anses vara lämplig.

Den geografiska spridningen av de flygbesprutade områdena inom Arjeplogs revir (figur 22) uppvisar en del intressanta mönster. De flesta besprutade områdena tenderar att ligga relativt nära andra besprutade områden. Det finns inga säkra svar på varför det är så, men en möjlig förklaring skulle kunna vara att det under denna tid fanns stora sammanhängande hyggesarealer med riklig förekomst av yngre lövvegetation och därigenom stora besprutningsbehov inom vissa delar av reviret. De flesta besprutningsobjekten är över 50 hektar stora, något som kan förklaras av att flygbesprutning inte var den mest ekonomiska metoden för små och spridda objekt utan där förordades bekämpning från marken (Anon 1976). Tillgång till en landningsplats för helikoptern eller flygplanet var en av de mest avgörande faktorerna för att flygbesprutning skulle kunna utföras i ett område. Ur ekonomisk synvinkel var det även en fördel om landningsplatsen och därmed de tänkta objekten låg nära redan farbara vägar, eftersom preparat och bränsle behövde forslas till landningsplatsen. Det kan vara en av förklaringarna till att flera av de besprutade områdena verkar ligga nära de större vägarna inom Arjeplogs kommun.

Ett annat mönster som syns i kartan är en koncentration av besprutningsområden norr och nordost om Arjeplog, i det område som under den tid flygbesprutningarna utfördes tillhörde Mattaurs och Ståkkelandets bevakningstrakter. I Ståkkelandets bevakningstrakt var Fridolf Holmberg kronojägare och han hanterade stora skogsmarksarealer, Holmberg ansvarade exempelvis för marker på båda sidor om Piteälven. K-G Olofsson, jägmästare som var verksam inom Arjeplogs revir från år 1962, tror att en av anledningarna till att så stora arealer flygbesprutades inom Ståkkelandets bevakningstrakt var att det i området fanns mycket steniga marker som var svåra att avverka och där det kom ett stort uppslag av björksly. Enligt K-G Olofsson lyckades Holmberg väl med återbeskogningen inom sin bevakningstrakt (Olofsson personlig kommunikation, 2015). Möjligen sammanhänger det just med användandet av herbicider.

I Arjeplogs kommun är Statens Fastighetsverk och Sveaskog (före detta Domänverket) de dominerande markägarna. Enligt kartan över de flygbesprutade områdena inom Arjeplogs revir (figur 22) verkar det inte ha utförts flygbesprutningar söder och sydost om Arjeplog. Kontroller mot revirkartor visar att söder och sydost om Arjeplog fanns bland annat

kronoparkerna Dellaure, östra Uddjaur och Storavan. I dessa kronoparker verkar således inte flygbesprutning ha använts i någon högre utsträckning för den kemiska lövbekämpningen. Kartan (figur 22) är dock inte helt fullständig eftersom det i källmaterialet för vissa år saknas platsangivelser över var besprutningarna utfördes. Det är naturligtvis också möjligt att herbicider nyttjades i dessa kronoparker, genom besprutningar från marken via ryggspruta eller genom fickning.

#### **4.4.1 Flygbesprutade skogstyper inom Arjeplogs revir**

Det tillgängliga historiska källmaterialet och samtal med pensionerade jägmästaren K-G Olofsson visar att det främst var hyggesmark som flygbesprutades (Olofsson personlig kommunikation, 2015). De flesta objekten hade hyggesrensats innan flygbesprutningen utfördes. I källmaterialet finns på flera ställen uppgifter om att skogstypen i det aktuella området var fröträdsställning av tall eller överståndare av tall. Flygbesprutningar utfördes på både lätt- och svårföryngrade marker, det var främst behovet som avgjorde vilka objekt som besprutades och inte föryngringspotentialen. Andra avgörande faktorer för om ett område flygbesprutades var dess storlek, mindre områden behandlades företrädesvis från marken, samt tillgången till en landningsplats. Om dessa faktorer var uppfyllda utfördes flygbesprutningar där det var riklig förekomst av yngre lövvegetation på såväl lätt- och svårföryngrade marker som på kuperade och lutande marker. De flesta beskrivningar av besprutningsobjektens beståndstyper anger att det fanns björksly eller björkbuketter med en höjd av en till tre meter innan besprutning. Andra beskrivningar redogör att det innan besprutning fanns stubbskotts- och stambjörk som antingen lämnats vid hyggesrensning eller etablerats efter hyggesrensning.

I det historiska källmaterialet har jag enbart hittat begränsat med information om vilken typ av skog som flygbesprutades, för vissa år fanns det fullständiga uppgifter och för andra år hittade jag kartskitser men inga tillhörande beskrivningar av besprutningsobjekten. Det innebär att det inte går att få en fullständig bild av vilka typer av objekt som flygbesprutades.

### **4.5 Debatten kring herbicider mot löv**

Kritiken mot och debatten kring de kemiska lövbekämpningsmedlen var som mest intensiv under senare delen av 1970-talet, särskilt sedan riksdagen beslutat att flygbesprutning åter skulle vara tillåten från den 1 juli 1975, efter att ha varit förbjuden sedan år 1971 (Enander 2007a). Motståndet mot flygbesprutningar var särskilt starkt eftersom herbiciderna då applicerades över alla växter och djur i de behandlade områdena och många människor oroades över att de själva skulle bli drabbade då de nyttjade besprutade områden för att plocka bär, svamp eller jaga i (Lisberg Jensen 2006). I bland annat Årjäng och Filipstad togs under början av 1970-talet initiativ av respektive kommuns hälsovårdsnämnder för att förbjuda spridning av fenoxisyror i skog och mark (Paulsson & Johansson 1974, Enander 2007a), något som Produktkontrollnämnden motsatte sig. Produktkontrollnämnden var underställd



Naturvårdsverket som då leddes av Valfrid Paulsson och de lämnade i början av år 1974 ett yttrande till Filipstads kommun, som delgavs samtliga hälsovårdsnämnder i landet (Paulsson & Johansson 1974). I yttrandet skrev Produktkontrollnämnden att de ansåg det vara uteslutet att en hälsovårdsnämnd skulle kunna förbjuda användandet av registrerade bekämpningsmedel i en kommun. Eftersom fenoxisyrorna fanns registrerade så kunde följaktligen inte hälsovårdsnämnden förbjuda dessa.

I skriften "Kemisk lövslybekämpning i skogsbruket" (Anon 1976) gjorde Domänverket, Skogsindustriernas Samarbetsutskott och Sveriges Skogsägareförenings Riksförbund sitt bästa för att sakligt framställa motiven till bruket av fenoxisyror. Organisationerna avsåg att begränsa användningen av fenoxisyror till de områden som var i allra störst behov av det, att i största möjliga mån använda preparat innehållande fenoxisyran 2,4-D samt att avstå från användning i områden som kunde bedömas vara särskilt känsliga ur fritids- och rekreationssynpunkt. I rapporten gavs rekommendationer om åtgärder som krävdes innan besprutning för att så långt som möjligt undvika konflikter. En av dessa åtgärder var skyltning (figur 37): "Stor omsorg måste ägnas skyltningen runt besprutningsobjekten. Allmänheten måste göras medveten om att den icke riskerar att ovetande komma in på ett besprutat hygge" (Anon 1976).



Figur 37. Vid en flygbesprutning informerade Domänverket allmänheten genom skyltning. Foto: Leif Öster.  
Källa: Domänverket, informationsavdelningen, Landsarkivet Härnösand.

Inom Arjeplog flygbesprutade Domänverket ingen mark mellan åren 1971 och 1976 (figur 21). I mars 1977 informerade Domänverket Arjeplogs hälsovårdsnämnd om sommarens planerade flygbesprutningar, vilka nämnden inte kunde förbjuda då de aktuella områdena inte bedömdes vara särskilt känsliga (tabell 2:14, Laisfeldt 1977a). När allmänheten fick höra talas om detta utbröt dock massiva protester på lokal nivå i form av insändare i pressen, protestlistor och liknande (figur 38). Kommuninvånare kände sig oroliga inför flygbesprutningarna och ifrågasatte varför Domänverket inte användes sig av manuell lövbekämpning istället, något som skulle bidra till fler arbetstillfällen (Laisfeldt 1977b). I ett reportage i lokaltidningen Norra Västerbotten sa 63-åriga Linnea Fransson, en av dem som protesterade mot flygbesprutningarna att: ”det kommer att behövas kraftiga poliser för att bära bort mig från skogen!” (Laisfeldt 1977c, figur). Linnea Fransson sa även:

*”Vi ska absolut motsätta oss besprutningarna. Är det verkligen en död natur och en död jord vi skall lämna efter oss? Visserligen säger experterna att det inte är farligt, men jag och många med mig litar inte på experterna. Den dag de skall spruta, ja då kommer vi att belägra skogen.”* (Laisfeldt 1977c).

Linnea Franssons ord visar på den oro som många människor kände ifråga om de kemiska lövbekämpningsmedlen och den misstro som allmänheten bar på mot forskare och utredare som vidmakthöll herbicidernas relativa ofarlighet.

En möjlig inspirationskälla till Linnea Franssons uppmaningar om att belägra skogen kan ha varit tre miljöaktivister som år 1975 kedjade fast sig vid ett besprutningsplan i Ramsjö i Hälsingland i ett försök att förhindra flygbesprutning på Korsnäs-Marmas marker (Anon. 1977a, Lisberg Jensen 2006). De tre aktivisterna dömdes senare till böter för egenmäktigt förfarande, en dom som betraktades som mild (Lisberg Jensen 2006). Rätten hänvisade i domen till det faktum att demonstranterna försökte hindra en verksamhet som vid den aktuella tidpunkten inte var förbjuden men som var på väg att bli förbjuden. Den verksamhet som avsågs var användandet av herbicider som innehöll fenoxisyrans 2,4,5-T, som förbjöds år 1977 (SFS 1977:246).



Figur 38. Domänverkets planerade flygbesprutningar år 1977 inom Arjeplogs revir ledde till protester. Rubriker i Norra Västerbotten från år 1977, den 14 april, samt 14 och 20 maj.

Byborna i Laisvik, en by nära ett av de planerade besprutningsobjekten, tog fram protestlistor mot de planerade flygbesprutningarna och på några månader hade cirka 1000 underskrifter samlats in, något som visade på en stark opinion mot spridningen av herbicider i kommunen (Laisfeldt 1977d). Byborna begärde även att hälsovårdsnämnden skulle ompröva sitt beslut, något som nämnden gjorde i april 1977, men utan att ändra uppfattning i frågan; flygbesprutningarna kunde inte förbjudas. I juni månad samma år hade nämnden dock ändrat åsikt till följd av att en stor del av befolkningen visat rädsla för konsekvenserna av en besprutning. Vid ett möte den 21 juni beslutade hälsovårdsnämnden att med stöd av hälsovårdsstadgan § 1 förbjuda besprutning med fenoxisyror i kommunen (tabell 2:14). Hälsovårdsnämndens motivering var att det fanns en uppenbar risk för sanitär olägenhet ur psykiskt hänseende. Med detta menades att påverkan av en yttre faktor, i detta fall besprutning med fenoxisyror, negativt kunde inverka fysiskt eller psykiskt på en normal människas hälsotillstånd.

Arjeplogs kommun försökte även påverka de planerade flygbesprutningarna genom att den 29 juni uppvakta Domänverkets generaldirektör. Efter mötet gjorde Domänverket ett uttalande där de konstaterade att den fenoxisyra, 2,4-D, som planerades att användas vid besprutningarna var tillåten, att det vore ekonomiskt oförsvarbart att utföra manuell rövning i det planerade området samt att Domänverket inte kunde avstå från att använda herbicider på arealer där det enligt dem inte fanns några alternativa metoder (Anon. 1977b). Domänverket påpekade även att medlet användes restriktivt inom Arjeplogs revir, den planerade flygbesprutningen omfattade 375 hektar av totalt 160 000 hektar skogsmark. Mötet med kommunen ändrade inte Domänverkets uppfattning i frågan och den 5 juli framförde verket sin kritik över hälsovårdsnämndens beslut till Länsstyrelsen i Norrbotten. Klagomålen från Domänverket gjorde att Länsstyrelsen i augusti månad upphävde besprutningsförbudet, något

som hälsovårdsnämnden senare överklagade till Kammarrätten i Sundsvall. I november 1977 beslutade Kammarrätten i målet nr 2854-1977 att inte bifalla hälsovårdsnämndens överklagande, vilket innebar att nämnden inte kunde förbjuda besprutning med fenoxisyror i kommunen.

På grund av att 1977 års flygbesprutning blev inställd inom Arjeplogs revir fick Domänverket istället flytta fram de planerade besprutningarna till år 1978. Precis som året innan förekom protester av olika slag, bland annat i form av en protestlista från 355 invånare i samhället Laisvall, som motsatte sig besprutning av ett fritidsområde som de nyttjade för jakt, fiske, bärplockning och annat friluftsliv. De protesterande krävde att Domänverket skulle ta hänsyn till folkopinionen och stoppa besprutningarna. Så blev dock inte fallet, utan den 21 till 22 juli helikopterbesprutades de planerade objekten inom Arjeplogs revir med preparatet Gullviks 2,4-D-ester med en koncentration av 4,5 liter per hektar (tabell 2:14). Efter besprutningarna sände Domänverket in en utvärdering till Statens Naturvårdsverk och enligt denna genomfördes de aktuella besprutningarna utan några missöden, det förekom inga demonstrationer eller anmälningar (tabell 2:14). Dåvarande jägmästaren inom Arjeplogs revir, K-G Olofsson styrker uppgifterna om att besprutningarna genomfördes utan några missöden, det förekom inga aktioner från allmänheten (Olofsson personlig kommunikation, 2015). Kommunens hälsovårdsnämnd hade inte heller lämnat några synpunkter. Jag anser det troligt att den huvudsakliga anledningen till att kommunens hälsovårdsnämnd inte yttrade sig i fråga om besprutningarna år 1978 var föregående års förlorade rättsprocess, då hälsovårdsnämnden försökt förbjuda besprutning men inte lyckats med det.

1978 kom att bli det sista år Domänverket utförde flygbesprutningar inom Arjeplogs revir. Efter detta kom de tillfälliga förbuden mot spridning av herbicider år 1980 och 1981 och slutligen det generella förbudet för spridning av kemiska lövbekämpningsmedel år 1984 (Enander 2007a).

#### **4.6 Herbicider i skogsbruket: Sverige i ett internationellt perspektiv**

Under de senaste åren har drivkrafterna stärkts för att minska kemikalieanvändningen inom skogsbruket (Willoughby m.fl. 2009). I Europa har flera länder infört nationella restriktioner för användningen av pesticider och certifieringssystem som Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) och Forest Stewardship Council (FSC) ställer krav på bruket av pesticider. Dessutom har Europeiska Unionen (EU) infört en ny policy för godkännandet av pesticider vilket har lett till att många aktiva substanser i pesticider har förbjudits (Willoughby m.fl. 2009). COST (European Co-operation in Science and Technology) är en sammanslutning som stöttar samarbete mellan forskare runtom i Europa. 19 europeiska länder är involverade i det skogliga samarbetet COST Action E47. Willoughby m.fl. (2009) har inom COST Action E47 dokumenterat nuvarande metoder för ogräsbekämpning runtom i 18 av de 19 deltagande länderna, Belgien ingår i de deltagande länderna men var inte med i rapporten.

Sammanställningen visar att bruket av pesticider minskat i många av de länder där kemikalieanvändning tidigare var vanlig (Willoughby m.fl. 2009). I 15 av de 18 länderna

används herbiciden glyfosat vid ogräsbekämpning inom skogsbruket. Fenoxisyrans 2,4-D används i 3 av 18 länder, Frankrike, Rumänien och Storbritannien, för att bekämpa buskar och underlätta etableringen av barrträd. I Rumänien används årligen uppskattningsvis 20 kg aktiv substans av 2,4-D medan motsvarande siffra för Storbritannien är 340 kg.

I Norge är glyfosat den enda tillåtna herbiciden inom skogsbruket och 2005 användes uppskattningsvis 630 kg aktiva substanser i det norska skogsbruket, vilket var en minskning med 93 % sedan 1990. I Finland har herbicidanvändningen kraftigt minskat sedan 1970- och 80-talen, år 1977 användes över 160 ton aktiva substanser jämfört med 200 kg år 2005 (Willoughby m.fl. 2009). Jämfört med Norge och Finland är herbicidanvändningen inom det svenska skogsbruket den klart lägsta. År 2005 användes ungefär 100 kg aktiv substans av herbicider i det svenska skogsbruket (Willoughby m.fl. 2009). Av det totala bruket av bekämpningsmedel i Sverige utgjorde år 2012 skogsbrukets del 0,2 procent (Arvidsson m.fl. 2014). I Sverige används bekämpningsmedel för skogliga ändamål främst på plantskolor för att bekämpa ogräs, svampsjukdomar, kvalster och insekter och för bekämpning av skadeinsekter, främst snytbaggen, i plantskogar (Arvidsson m.fl. 2014). Ytterligare ett användningsområde för de kemiska bekämpningsmedlen är för ogräsbekämpning i skogsplanteringar på nedlagd åkermark. Den herbicid som främst används är glyfosat, exempelvis under produktnamnet Roundup (Arvidsson m.fl. 2014).

Den kemiska bekämpningen av lövsly på skogsmark har i stort sett upphört. I 14 kap. 7 § i miljöbalken regleras att kemiska och biologiska bekämpningsmedel inte får spridas från luften (SFS 1998:808). Där regleras även att kemiska och biologiska bekämpningsmedel avsedda för att bekämpa lövsly inte får spridas över skogsmark eller användas för att behandla enskilda trädstammar. Detta förbud gäller alltså för bekämpning av lövsly och inte för gräs- och örtvegetation. 1984 kunde kommunfullmäktige i respektive svensk kommun ta beslut om vilka områden i kommunen som skulle undantas från kemisk lövslybekämpning (Arvidsson m.fl. 2014). I de fall där kommunerna inte har förbjudit lövslybekämpning har Skogsstyrelsen enligt 14 kap. 9 § i miljöbalken (SFS 1998:808) rätt att ge dispens i enskilda fall för användning av bekämpningsmedel mot lövsly, om det inte rimligen går att tillgodose kravet om återväxt av skog genom röjning med mekaniska metoder.

I Nordamerika ses användandet av herbicider generellt sett som ett viktigt inslag i skogsskötseln, både för ogräsbekämpning och för att gynna framtida produktionsbestånd genom att minska konkurrensen från oönskade växter (Shepard m.fl. 2004). I USA förs ingen nationell statistik över användningen av herbicider inom skogsbruket, något som gör det svårt att kartlägga vilka herbicider som är de mest nyttjade, i vilka doser de appliceras samt i vilket syfte de används (Wagner m.fl. 2004). En kartläggning från 1999 av herbicidanvändningen inom skogsbruket i södra USA visade att 6 aktiva substanser svarade för 90 % av den totala användningen (Shepard m.fl. 2004). Dessa var imazapyr, sulfometuron, hexazinone, glyfosat, metsulfuron och triclopyr. I nordvästra delarna av USA är glyfosat, triclopyr, imazapyr och 2,4-D de herbicider som främst används (Wagner m.fl. 2004). Under de senaste 25 åren har en ökad oro bland allmänheten för vilka konsekvenser herbiciderna har på skogsekosystemen fått till följd att enskilda delstater har valt att förbjuda användandet av herbicider (Fortier &

Messier 2006). I USA förbjöd exempelvis Vermont herbicider inom skogsbruket år 1997 och år 2001 utfärdades i Maine ett 10-årigt tillfälligt förbud i bruket av herbicider.

I Kanada finns fyra herbicider registrerade för användning inom skogsbruket varav glyfosat är den vanligaste följt av 2,4-D (Fortier & Messier 2006). Provinsen Quebec förbjöd år 2001 användningen av herbicider på statligt ägd mark, vilken utgör ungefär 90 % av provinsens skogsmark (Thiffault & Roy 2011). Quebec är den hittills enda provinsen i Kanada som förbjudit användning av herbicider inom skogsbruket (Thiffault & Roy 2011).

Det finns en skillnad i synen på herbicider mellan olika länder, där exempelvis Sverige och Schweiz har förbjudit herbicider inom skogsbruket medan det fortfarande är tillåtet med herbicider i länder som Brasilien, Nya Zeeland, USA, Kanada, Storbritannien, Frankrike och Norge (Fortier & Messier 2006). I en amerikansk studie anser Guynn m.fl. (2004) att herbicider är ett användbart verktyg i skogsskötseln. Författarna anser att det finns behov av forskning kring allmänhetens oro över herbicidanvändningen med målet att identifiera vilka applikationsmetoder som har högst social acceptans. Jag tycker att de slutsatser som Guynn m.fl. (2004) drar visar att inställningen till herbicider i USA är nästintill motsatt den svenska. I Sverige hör herbicidanvändningen inom skogsbruket till det förflutna och flygbesprutningar har inte utförts sedan 1986 (Enander 2007a) medan det i USA fortfarande är en accepterad och använd metod. En av huvudorsakerna till den lag om förbud mot spridning av kemiska medel över skogsmark som trädde i kraft 1984 i Sverige var den starka opinionen mot herbicider. Trots att det i USA förekommer oro bland allmänheten över herbicidernas effekter på ekosystem och djur (Fortier & Messier 2006) verkar det inte som att något förbud mot användning av herbicider inom skogsbruket är att vänta inom den närmsta framtiden. Jag tycker också att det är intressant att Norge, till skillnad från Sverige, har en positiv inställning till användning av herbicider inom skogsbruket. Det är inte enbart länder som ligger långt ifrån Sverige rent geografiskt och i andra klimatzoner som har valt att använda herbicider inom skogsbruket, utan även Norge, som på många sätt liknar Sverige.

#### **4.7 Varför bekämpades lövet i de norrländska skogarna och vilka möjliga konsekvenser har det gett?**

En stark drivkraft till introduktionen av herbiciderna mot löv inom det svenska skogsbruket var de stora restaureringarna och rationaliseringen av skogsbruket som inleddes i slutet av 1940-talet och början av 1950-talet. Restaureringarna inom skogsbruket kan ses som en del av det stora moderniseringsprojektet av samhället, som tog sin början efter andra världskriget. Sverige hade hög ekonomisk tillväxt och det fanns en stark framtidstro (Enander 2007a). Man trodde att vetenskap och rationalism kunde lösa de flesta problem och ny teknik introducerades inom alla samhällsområden (Öckerman 1993, Frängsmyr 2000). Samhället blev mer urbaniserat och jord- och skogsbruk mekaniserades (Öckerman 1993). Herbicidanvändningen var en del av tidsandan och reformeringen av samhället, där nya lösningar togs emot med stark tilltro.



I cirkulärskrivelse nummer 1/1950 formulerade Domänverket riktlinjerna för restaureringsarbetet. Domänstyrelsen beräknade år 1950 att det totala föryngringsbehovet på den norrländska kronoskogsmarken under den kommande 20-årsperioden motsvarade drygt 28 procent av den produktiva skogsmarksarealen (Ebeling 1959b). I Norrland kom Domänverkets återbeskogningsarbete igång, först på de mest produktiva markerna och nära vägar och senare på marker inåt landet och i höjdlägen (Ebeling 1959b). I 1948 års skogsvårdslag angavs ett mål om lönsamhet och till följd av det fick lönsamhetsfrågorna stor betydelse inom skogsbruket. För Domänverket fanns minusposterna i inlandet, långt norrut och på höga höjder över havet medan plusposterna fanns på marker med högre boniteter, längre söderut (Ebeling 1959b). Domänverkets lönsamhetsmål gjorde att de revir som uppvisade minusresultat fick högre krav på sig att vända de negativa resultaten. I Norrbottens inland rådde andra förhållanden och förutsättningar än i södra Sverige, vilket gjorde det svårt att jämföra de norrbottniska inlandsreviren Arjeplog, Arvidsjaur och Malmesjaur med ett revir i exempelvis Småland (Olofsson personlig kommunikation, 2015). För att vända de negativa resultaten i inlandsreviren var en av lösningarna ett schablonmässigt skogsbruk med bland annat upptag av stora hyggen (Bernes 2011).

K-G Olofsson, som var verksam som jägmästare vid Domänverket inom Arjeplogs revir beskriver att när han började vid reviret 1962 fanns det fortfarande många restskogar att ta itu med (Olofsson personlig kommunikation, 2015). Med restskogar menade han skogar som tidigare avverkats med uttag av de grövsta och mest värdefulla träden och sedan lämnats utan åtgärd. Enligt K-G Olofsson var det svårt att få ekonomin att gå ihop när restskogarna skulle återbeskogas. Inom Arjeplogs revir hade man flera år visat negativa resultat och genom att använda kemiska medel för att bekämpa lövslyet kunde man minska det negativa resultatet, då arbetet effektiviserades. Med manuell lövröjning var man tvungen att återkomma flera gånger och upprepa röjningen. Där behovet av lövröjning var som störst var besprutning av föryngringsytan det bästa sättet att lyckas med föryngringen. Den huvudsakliga anledningen till att flygbesprutning utfördes inom Arjeplogs revir var således att det var en rationell metod som krävdes för att klara av föryngringen av skogsmarken (Olofsson personlig kommunikation, 2015) inom ramen för Domänverkets uppsatta riktlinjer.

Det är tydligt att det ”nya” rationella skogsbruket var en av huvudorsakerna till att herbicider mot löv infördes inom skogsbruket. En annan viktig orsak var uppfattningen att lövträden utgjorde ett hot mot barrträden och att de i största möjliga mån skulle bekämpas. Lövträden motarbetades inte enbart via herbicider utan även mekaniskt, exempelvis genom röjning och ringbarkning. Dessutom har skogsbranden, den viktigaste störningsfaktorn i den boreala skogen, under lång tid bekämpats (Esseen m.fl. 1997). Avsaknaden av brand som störningsfaktor har gett konsekvenser för brandgynnade arter som asp, björk och sälg (Östlund m.fl. 1997). Historiskt sett, när skogsbränder var återkommande, fanns ett betydande inslag av lövträd i de boreala skogarna (Bernes 2011). Bristen på brand i kombination med det systematiska missgynnandet av lövträd från 1950-talet till senare delen av 1980-talet minskade dock andelen lövträd i de boreala skogarna (Östlund m.fl. 1997, Axelsson m.fl. 2002). Arealen äldre lövrik skog minskade i landet till mitten av 1990-talet men sedan 1998 har utvecklingen varit positiv (Miljömål 2014). Äldre lövrik skog definieras som skogsmarksareal där minst 25 procent av grundytan utgörs av lövträd och med en

beståndsålder äldre än 80 år i Norrland, Dalarna, Värmlands och Örebro län och äldre än 60 år i övriga landet (Skogsstyrelsen 2014b). Under de senaste åren har arealen äldre lövrik skog dock minskat något och Riksskogstaxeringens senaste uppföljning visar att arealen äldre lövrik skog är omkring 1,21 miljoner hektar varav drygt 0,3 miljoner hektar finns i norra Norrland (Skogsstyrelsen 2014b). Den tidigare ökningen av arealen äldre lövrik skog har främst skett i södra Sverige (Miljömål 2014).

Bland de 16 svenska miljö kvalitetsmålen som definierar vilket miljö tillstånd som ska uppnås finns Levande skogar, där en av indikatorerna för att visa om miljö arbetet går i rätt riktning och för att följa upp resultatet av miljö målsarbetet är *Äldre lövrik skog* (Miljömål 2014). Etappmålet för *äldre lövrik skog* är att ”öka arealen äldre lövrik skog i hela landet med 10 procent” och enligt den senaste bedömningen finns goda möjligheter att nå etappmålet (Miljömål 2014).

Många arter av mossor, lavar, svampar och insekter är knutna till gamla och grova lövträd (Kuuluvainen 2002, Bernes 2011). På riksnivå har förekomsten av grova lövträd (över 30 cm i diameter) ökat under de senaste 45 åren men många av dessa träd utgörs av ekar och andra ädellövträd (Skogsstyrelsen 2014b). Arbetet med att öka mängden äldre lövträd i den boreala skogen är viktigt och kan i det praktiska skogsbruket ske genom att gamla lövträd sparas vid skogsvårdsåtgärder som gallring och kalhugning (Axelsson m.fl. 2002). Förutom att spara gamla lövträd är det också viktigt att restaurera strukturer och processer som är karaktäristiska för den boreala skogen, där exempelvis naturvårdsbränning kan skapa unga successioner av lövträd (Kuuluvainen m.fl. 2002). En annan restaureringsåtgärd är att skapa luckor genom att fälla och skada individuella träd vilket kan gynna lövträd och användas för att öka mängden lövträd (Kuuluvainen m.fl. 2002).

Det är dock inte ett enkelt arbete att öka andelen äldre lövträd i den boreala skogen. Ett möjligt problem för asp, säl och rönn är att föryngringen försvåras på grund av älgbetning (Edenius m.fl. 2011). Lövträd kan vara hårt betade av älg, men betning är sällan något som dödar träden (den Herder m.fl. 2009). Det är dock möjligt att betning hindrar lövträd från att växa sig nog höga att de undgår betning (den Herder m.fl. 2009). Betesgränsen, det vill säga så högt som älgen når, är cirka 3 meter (Edenius & Ericsson 2007). Genom att exempelvis en asp betas och inte kan växa förbi betesgränsen minskar dess konkurrensförmåga och granar och tallar kan växa sig högre än aspen och därigenom konkurrera ut den, vilken kan leda till att aspen dör (den Herder m.fl. 2009). Jag tror också att det kan vara svårt att öka andelen lövträd i den skyddade skogen eftersom många naturreservat idag är lämnade för fri utveckling (Linder m.fl. 1997). Detta kan på sikt leda till att reservat, i avsaknad av skogsbrand, utvecklas till grandominerade bestånd med ytterst begränsade inslag av lövträd (Latva-Karjanmaa m.fl. 2007).

Den tidigare uppfattningen att lövträd var ett hot mot skogsproduktionen har gett följder och konsekvenser som vi idag måste ta itu med, då det visat sig att lövträd är viktiga för att bevara den biologiska mångfalden. Historiskt sett ansågs lövträden värdefulla, sedan kom perioden då de betraktades som oönskade och därefter kom insikten om att lövträd är en del av den boreala skogen och att många andra arter är beroende av dem. Dessutom har lövträden fått ett större ekonomiskt värde genom massaindustrins efterfrågan på lövvirke. Jag tycker att det är

intressant att inställningen mot lövträd har svängt så radikalt under det senaste århundradet och att det inom skogsbruket under 1950–80-talen närmast fördes ett krig mot lövträden. År 1954 skrev jägmästare Gösta Lundqvist vid Arjeplogs revir i ett brev (tabell 2:1) till Kungliga Domänstyrelsen:

*”Det är min bestämda uppfattning, att kemisk bekämpning av den föryngringshindrande björken med hjälp av flyg är den enda framkomliga vägen för att kunna bemästra björkproblemen inom de stora skogsmarksarealerna inom Arjeplogs revir.”*

Jag tycker att detta citat ganska väl speglar den rådande uppfattningen om lövträd inom skogsbruket under denna tid och hur herbiciderna framställdes som den enda och rätta lösningen på problemet. Herbiciderna sades vara ofarliga och nödvändiga för att lyckas med barrträdsföryngringar och utan herbicider skulle lönsamheten sjunka, vilket på sikt ansågs utgöra ett hot mot hela det norrländska skogsbruket. Herbiciderna var en ny lösning för att bekämpa de oönskade lövträden och jag tror att anledningen att de fick ett sådant genomslag i skogsbruket var på grund av den rådande modernistiska tidsandan.

#### **4.8 Tankar kring fältarbetet och källmaterialet**

Jag stötte på en del svårigheter under arbetets gång, främst i samband med fältstudien. Min plan var att kombinera transektinventering med cirkelprovytor för alla områden, men det visade sig vara en alltför tidsödande metod för Bäcknäsberget obesprutat, där förekomsten av lövträd över 15 cm i brösthöjdsdiameter var klart störst. Därför utförde jag där totalklavning av lövträd inom provytorna istället för transektinventering. Ändringen av metodik var inte optimal, men jag kunde fortfarande göra en relevant jämförelse mellan områdena. Sammantaget försvårade metoden med inventering av lövträd längs transekter den statistiska analysen. För att enkelt kunna utföra statistiska test och liknande hade inventering av lövträd via provytor, och inte via transekter, varit att föredra.

Det var inte helt enkelt att beräkna åldern utifrån de borrhövar jag samlat in. I Bäcknäsberget var flera av de äldsta barrträden, som borrhövarades inom provytorna, rötade eller på annat sätt skadade och i andra fall hade jag missat att få mörken uteslöt dessa i senare analyser. Den enda konsekvensen av att en del borrhövar uteslöts var att mängden användbart data minskade.

Arbetet med det historiska källmaterialet komplicerades av flera orsaker, först och främst var det svårt att veta vilken typ av material som fanns tillgängligt och var jag kunde hitta det. Det krävdes dessutom flera genomsökningar i arkivet och vid varje tillfälle hittade jag information som jag inte funnit tidigare. Jag tror därför att det kan finnas mer användbart material som jag helt enkelt inte hittat. Det finns mängder av historiskt källmaterial som går att analysera vidare, jag har enbart fokuserat på herbicidanvändningen inom Arjeplogs revir och det skulle vara intressant att undersöka hur bruket av herbicider såg ut inom övriga delar av Norrbottens län.

Det källmaterial jag använde mig av var mycket omfattande och detaljerat men inte fullständigt, vilket försvårade exempelvis kartläggningen av var inom Arjeplogs revir flygbesprutning utfördes. För vissa år fanns enbart uppgifter om besprutad areal medan kartskisser och annan information om besprutningsobjekten saknades. Eftersom flygbesprutningar utfördes under en 25-årsperiod var arbetet med att söka uppgifter om var det besprutades tidskrävande, då jag var tvungen att söka igenom årsvisa handlingar över utförda skogsvårdsåtgärder.

## **4.9 Slutord: Lövskog och herbicider i norra Sverige**

Den allmänt negativa inställningen till lövträd inom skogsbruket under 1950–80-talen, i kombination med avsaknaden av skogsbrand, har bidragit till att minska förekomsten av lövträd och kanske framförallt av gamla och döda lövträd. Utifrån min studie drar jag slutsatsen att flygbesprutning med herbicider mot lövvegetation har gett långvariga effekter på skogsstrukturen. I de besprutade områdena finns, cirka 60 år efter utförda herbicidbehandlingar, en betydligt lägre andel lövträd jämfört med respektive obesprutat referensområde.

Under mina studier vid jägmästarprogrammet kan jag inte minnas att vi diskuterat herbicidanvändningen inom skogsbruket i någon högre utsträckning, vilket jag tycker är synd. Jag anser att det är viktigt att komma ihåg den tidsperiod inom skogsbruket där lövträden sågs som ett hot och där målet var att så långt som möjligt begränsa deras förekomst, eftersom vi fortfarande idag ser konsekvenserna av den tidigare herbicidanvändningen. För att förstå varför ett skogsbestånd ser ut som det gör idag måste vi också veta något om vad som hänt på platsen tidigare. Genom att känna till historien tror jag att det är lättare att fatta bra beslut om kommande skötselåtgärder. I det norrländska landskapet finns stora skogsmarksarealer som besprutats med herbicider, men jag tror att det inte är något som dagens skogsskötare i någon högre grad tänker på och reflekterar över.

Jag har inte vetskap om någon svensk studie som undersökt de långsiktiga effekterna av herbicider på skogsstrukturen och jag har bara hittat ett fåtal utländska långtidsstudier (Newton m.fl. 1992, Olson m.fl. 2012, Bataineh m.fl. 2014). Jag tycker att det krävs mer forskning inom detta område. Utifrån mina iakttagelser i de besprutade områdena av björkar med krokiga stammar, bukettliknande utseende och klungliknande växtsätt anser jag även att det behövs studier om hur lövträden återetablerats i besprutade områden, i den mån de har det. Jag tycker även att det vore intressant att göra fler jämförelser mellan besprutade och obesprutade områden för att undersöka hur stor skillnaden i lövträdsförekomst är och därigenom kunna säga något om hur stor påverkan herbiciderna haft på skogsstrukturen.

Användningen av herbicider inom skogsbruket debatterades allmänt från 1970-talets början och kom med tiden att bli en politisk fråga. I slutet av 1970-talet var den huvudsakliga konfliktfrågan i media om fenoxisyror kunde orsaka genetiska förändringar eller cancer (Enander 2007a). I Statens Naturvårdsverks informationsskrift om fenoxisyror från 1975 (Anon. 1975) beskrevs vilka hälsorisker fenoxisyrorna bedömdes ha. Bland de kategorier som

bedömdes fanns akut giftighet, kronisk giftighet, inverkan på foster, genetiska effekter, påverkan på svamp och bär och dioxiner. En del av informationsskriften behandlade vilka tänkbara effekter som fenoxisyrorna kunde orsaka på vattenlevande organismer och djur. Men, något som helt verkar saknas är en bedömning av herbicidernas effekter på miljö och biologisk mångfald på lång sikt. Det verkar inte som att det fanns en tanke på hur herbicidbehandlade områden skulle se ut 50 år framåt i tiden utan istället var det den generella gifteffekten som anfördes som den största faran med herbiciderna. Jag tror att det viktigaste med herbiciderna är långtidseffekterna på de idag mycket uppskattade lövträden. Det finns inga säkra svar på vad som har gett upphov till långtidseffekterna, men en teori skulle kunna vara att herbiciderna har orsakat förökningsproblem för lövträden, möjligtvis genom att försvåra fröetablering.

Lövträd har idag ett stort värde både för den biologiska mångfalden och för olika ekosystemtjänster. Blandskogar (figur 39) med flera olika trädslag är viktiga för att öka värdet och produktionen av ekosystemtjänster såsom trädbiomassa, lagring av kol och produktion av bär och vilt (Gamfeldt m.fl. 2013). Jag anser att användningen av herbicider har bidragit till att minska förekomsten av gamla lövträd i norra Sveriges inland. Eftersom flygbesprutningar ofta utfördes över relativt stora arealer anser jag dessutom att det är ett landskapsproblem. Bara inom Arjeplogs revir flygbesprutades 23 000 hektar skogsmark. Utifrån min studie tror jag att den skog som idag växer på dessa 23 000 hektar mark skulle ha kunnat se annorlunda ut om den inte besprutats, med ett större inslag av lövträd.



Figur 39. Blandskogar med flera olika trädslag kan öka värdet av ekosystemtjänster. Foto av författaren.

Jag tycker att det verkar som att de starkaste motiven som ledde till förbudet av herbicider inom skogsbruket var kopplade till en rädsla och oro bland allmänheten. Jag tror att den opinion som förespråkade ett förbud mot herbicider kände en rädsla för att de eller deras barn skulle bli förgiftade eller sjuka av att vistas i besprutade områden, men jag tror knappast att de tänkte på hur det skulle se ut i de besprutade områdena när de själva uppnådde pensionsåldern. Användningen av herbicider har resulterat i ekologiska konsekvenser och

långsiktiga effekter som syns än idag. I besprutade områden finns färre lövträd och det är arvet som vi fått från herbiciderna. Ett arv som vi nu måste ta itu med om vi vill öka förekomsten av lövträd i de norrländska skogarna och därigenom öka den biologiska mångfalden.



## 5. REFERENSER

### Litteratur

- Ahlén, I. 1975. Winter habitats of moose and deer in relation to land use in Scandinavia. *Swedish Wildlife Research*, 9:45-192.
- Anon. 1974. *Spridning av kemiska medel. Betänkande avgivet av utredningen om spridning av kemiska medel*. Sveriges riksdag, Stockholm. SOU 1974:35.
- Anon. 1975. *Information om fenoxisyror*. Statens Naturvårdsverk. SNV PM 629. Produktkontrollbyrån, Stockholm. 14 s.
- Anon. 1976. *Kemisk lövslybekämpning i skogsbruket*. Domänverket, Skogsindustriernas Samarbetsutskott, Sveriges Skogsägareföreningars Riksförbund. Stockholm. 8 s.
- Anon. 1977a. Miljöaktivister fick dagsböter, *Norra Västerbotten*, 25 maj.
- Anon. 1977b. Arjeplogs kommun uppvaktade Domänverkets generaldirektör. Medföljer *Skogsnäringen* nr 41, 1977.
- Anon. 2015. Jämförpriser, Skogens virkesspecial, 13 februari 2015. *Skogen* nr 2, 2015.
- Arvidsson, B., Braf, S., Ollas, R. & Samuelsson, H. 2014 *Specialhäfte skog – att använda kemiska bekämpningsmedel*. Jordbruksverket, Jönköping. 36 s.
- Axelsson, A.-L., Östlund, L. & Hellberg, E. 2002. Changes in mixed deciduous forests of boreal Sweden 1866-1999 based on interpretation of historical records. *Landscape Ecology*, 17:403-418.
- Bataineh, M.M., Wagner, R.G., Olson, M.G. & Olson, E.K. 2014. Midrotation response of ground vegetation to herbicide and precommercial thinning in the Acadian Forest of Maine, USA. *Forest Ecology and Management*, 313:132-143.
- Bernes, C. 2011. *Biologisk mångfald i Sverige*, Monitor 22. Naturvårdsverket, Stockholm.
- Björklund, J. 1984. From the Gulf of Bothnia to the White sea – Swedish direct investments in the sawmill industry of Tsarist Russia. *Scandinavian Economic History Review*, 32:17-41.
- Bovey, R.W. & Young, A.L. 1980. *The science of 2,4,5-T and associated phenoxy herbicides*. John Wiley & Sons, New York. 462 s.
- Burns, C.J. & Swaen, G.M.H. 2012. Review of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) biomonitoring and epidemiology, *Critical Reviews in Toxicology*, 42(9):768-786.
- Bärring, U. 1965. Behandling av lövträdsvegetation med herbicider. *Studia Forestalia Suecia* Nr 25. Skogshögskolan, Stockholm.
- Dannfelt, M.J. 1959. *Skogarna och deras vård i södra Sverige*. I: Sveriges skogar under 100 år. Arpi, G. (red.). Kungliga Domänstyrelsen, Stockholm. II:263-315.

- den Herder, M., Kouki, J. & Ruusila, V. 2009. The effects of timber harvest, forest fire, and herbivores on regeneration of deciduous trees in boreal pine-dominated forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 39: 712-722.
- Ebeling, F. 1959a. *Skogarna och deras vård i övre Norrland från och med 1930-talet*. I: Sveriges skogar under 100 år. Arpi, G. (red.). Kungliga Domänstyrelsen, Stockholm. II:413-443.
- Ebeling, F. 1959b. *Domänverket och Norrlandsfrågorna*. I: Sveriges skogar under 100 år. Arpi, G. (red.). Kungliga Domänstyrelsen, Stockholm. II:612-638.
- Ebeling, F. 1972. *Norrländska skogsvårdsfrågor*. Skogsstyrelsen, Stockholm. 155 s.
- Edenius, L. & Ericsson, G. 2007. Aspen demographics in relation to spatial context and ungulate browsing: Implications for conservation and forest management. *Biological Conservation* 135: 293-301.
- Edenius, L., Ericsson, G., Kempe, G., Bergström, R. & Danell, K. 2011. The effects of changing land use and browsing on aspen abundance and regeneration: a 50-year perspective from Sweden. *Journal of Applied Ecology* 48: 301-309.
- Enander, K.-G. 2002. *Framväxten av en skoglig miljöpolitik*. I: Skogshistoriska sällskapets årsskrift. 98-119.
- Enander, K.-G. 2007a. *Skogsbruk på samhällets villkor: Skogsskötsel och skogspolitik under 150 år*. SLU, Umeå. Rapport 1:2007.
- Enander, K.-G. 2007b. *Ekologi, skog och miljö: vetenskap och idéer under 300 år*. SLU, Umeå. Rapport 4:2007.
- Eriksson, M., Hardell, L., Carlberg, M & Åkerman, M. 2008. Pesticide exposure as risk factor for non-Hodgkin lymphoma including histopathological subgroup analysis. *International Journal of Cancer*, 123:1657-1663.
- Esseen, P.-A., Ehnström, B., Ericson, L. & Sjöberg, K. 1997. Boreal forests. *Ecological Bulletins*, 46: 16-47.
- Fortier, J. & Messier, C. 2006. Are chemical or mechanical treatments more sustainable for forest vegetation management in the context of the TRIAD? *The Forestry Chronicle*, 82 (6):806-818.
- Fransson, P. 1952. *Bekämpning av björk i Norrland medelst hormonderivat*. Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut. Band 41, nr 1.
- Freedman, B., Morash R. & MacKinnon, D. 1993. Short-term changes in vegetation after the silvicultural spraying of glyphosate herbicide onto regenerating clearcuts in Nova Scotia, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 23:2300-2311.
- Frängsmyr, T. 2000. *Svensk idéhistoria*. Natur och kultur, Stockholm.

- Gagné, N., Bélanger, L. & Huot, J. 1999. Comparative response of small mammals, vegetation, and food sources to natural regeneration and conifer release treatments in boreal balsam fir stands of Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 29:1128–1140.
- Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P., Ruiz-Jaen, M.C., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson, C.D., Mikusinski, G., Andersson, E., Westerlund, B., Andrén, H., Moberg, F., Moen, J. & Bengtsson, J. 2013. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications*, 4:1340.
- Garabrant, D.H. & Philbert, M.A. 2002. Review of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) epidemiology and toxicology. *Critical Reviews in Toxicology*, 32(4):233-257.
- Guynn, D.C., Guynn, S.T., Bently Wigley, T. & Miller, D.A. 2004. Herbicides and forest biodiversity – what do we know and where do we go from here? *Wildlife Society Bulletin*, 32(4):1085-1092.
- Hedlund, H. 1953. Man talar om björkdödandet. Särtryck ur *Skogen* nr 9, 1953.
- Hjeljord, O. 1994. Moose (*Alces alces*) and mountain hare (*Lepus timidus*) use of conifer plantations following glyphosate application. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences*, 8:181-188.
- Holmgren, A. 1959. *Skogarna och deras vård i övre Norrland intill år 1930*. I: Arpi, G. (red.). Sveriges skogar under 100 år. Kungliga Domänstyrelsen, Stockholm. II:375-412.
- Häggström, B. 1956. Om hormonpreparat och deras användning. *Sveriges skogsvårdsförbunds tidskrift*, s 240-247.
- IARC, International Agency for Research on Cancer, 1997. *Polychlorinated dibenzo-para-dioxins and polychlorinated dibenzofurans*. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. vol. 69. Lyon, Frankrike.
- Ilon, B. 1953. Effektiv bekämpning av icke-önskvärd lövvegetation. Särtryck ur *Maskinteknik i jord och skog* nr 6, 1953.
- Kelly, C.P., Cumming, H.G & Lautenschlager, R.A. 1998. Recovery of woody moose browse 3, 4, and 8 years and performance of crop trees 1 to 4 years after aerial application of glyphosate. I: Wagner, R.G. & Thompson, D.G. (eds.) *Third International Conference on Forest Vegetation Management: Popular summaries*. s. 136–138. Info. Pap. No 141
- Kogevinas, M., Becher, H., Benn, T., Bertazzi, P.A., Boffetta, P., Bueno-de-Mesquita, H.B., Coggon, D., Colin, D., Flesch-Janys, D., Fingerhut, M., Green, L., Kauppinen, T., Littorin, M., Lynge, E., Mathews, J.D., Neuberger, M., Pearce, N. & Saracci, R. 1997. Cancer mortality in workers exposed to phenoxy herbicides, chlorophenols, and dioxins. An expanded and updated international cohort study. *American Journal of Epidemiology*, 145 (12):1061–1075.
- Kuuluvainen, T. 2002. Natural variability of forests as a reference for restoring and managing biological diversity in boreal Fennoscandia. *Silva Fennica*, 36(1):97-125.

- Kuuluvainen, T., Aapala, K., Ahlroth, P., Kuusinen, M., Lindholm, T., Sallantausta, T., Siitonen, J. & Tukia, H. 2002. Principles of ecological restoration of boreal forested ecosystems: Finland as an example. *Silva Fennica*, 36(1):409-422.
- Kungliga Domänstyrelsen, 1955. Cirkulärskrivelse nr 11.
- Laisfeldt, G. 1977a. Besprutning inom Arjeplog kan ej stoppas. *Norra Västerbotten*, 19 mars.
- Laisfeldt, G. 1977b. Arbetstillfällen missas genom giftbesprutning. *Norra Västerbotten*, 14 maj.
- Laisfeldt, G. 1977c. Vi belägrar skogen! *Linnea*, 63, leder Arjeplogsprotest mot fenoxisyror. *Norra Västerbotten*, 16 april.
- Laisfeldt, G. 1977d. Arjeplog: Kommunal uppvaktning mot hormoslyrbesprutning. *Norra Västerbotten*. 2 juni.
- Latva-Karjanmaa, T., Penttilä, R. & Siitonen J. 2007. The demographic structure of European aspen (*Populus tremula*) populations in managed and old-growth boreal forests in eastern Finland. *Canadian Journal of Forest Research* 37:1070-1081.
- Lautenschlager, R.A. 1993. Response of wildlife to forest herbicide applications in northern coniferous ecosystems. *Canadian Journal of Forest Research*, 23:2286-2299.
- Lautenschlager, R.A. & Sullivan, T.P. 2002. Effects of herbicide treatments on biotic components in regenerating northern forests. *The Forestry Chronicle*, 78:695-731.
- Lie, M.H., Josefsson, T., Storaunet, K.O. & Ohlson, M. 2012. A refined view on the “Green lie”: forest structure and composition succeeding early twentieth century selective logging in SE Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 27:270-284.
- Lilienfeld, D.E. & Gallo, M.A, 1989. 2,4-D, 2,4,5-T and 2,3,7,8-TCDD: An overview. *Epidemiologic reviews*, 11:28-58.
- Linder, P., Elfving, B. & Zackrisson, O. 1997. Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden. *Forest Ecology and Management*, 98:17-33
- Lisberg Jensen, E. 2006. *Sätt stopp för sprutet! Från arbetsmiljöproblem till ekologisk risk i 1970-talets debatt om hormoslyr och DDT i skogsbruket*. I: Miljöhistoria över gränser; Skrifter med historiska perspektiv, s 197-230. Malmö högskola
- Lisberg Jensen, E. 2011. *Modern clear-felling: from success story to negotiated solution*. I: Antonson, H. & Jansson, U (red.). Agriculture and forestry in Sweden since 1900 – geographical and historical studies. Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden Nr 54. The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry, Stockholm.
- Lloyd, R.A. 1994. *Implications for wildlife of past herbicide use in the Babine Lake area* [Unpublished report]. B.C. Min. Env., Pest. Cont. Br., Smithers, BC.
- Lundberg, H. 1952. Lövröjning med flygplan. Särtryck ur *Skogen* nr 11, 1952.

- Lundmark, H., Josefsson, T. & Östlund, L. 2013. The history of clear-cutting in northern Sweden – driving forces and myths in boreal silviculture. *Forest Ecology and Management*, 307:112-122.
- Miljömål. 2014. *Levande skogar*. [online] Tillgänglig: <http://www.miljomal.se/sv/Miljomalen/12-Levande-skogar/> [2015-02-17]
- Minitab, Inc. 2009. MINITAB Statistical Software, Release 16 for Windows, Stat College, Pennsylvania. Minitab® is a registered trademark of Minitab, Inc.
- Newton, M., Cole, E.C., White, D.E., & McCormack, M.L., Jr. 1992. Young spruce–fir forests released by herbicides. I. Response of hardwoods and shrubs. *Northern Journal of Applied Forestry*, 9 (4):126-130.
- Olson, M.G., Wagner, R.G. & Brissette, J.C. 2012. Forty years of spruce-fir stand development following herbicide application and precommercial thinning in central Maine, USA. *Canadian Journal of Forest Research*, 42:1-11.
- Paulsson, V. & Johansson, D. 1974. Yttrande till hälsovårdsnämnden i Filipstads kommun, Dnr 277/73, Produktkontrollnämnden.
- SFS 1977:246. Förordning om ändring av kungörelsen (1973:334) om hälso- och miljöfarliga ämnen. 1977. Stockholm.
- SFS 1998:808. Miljöbalk. 1998. Stockholm.
- Shepard, J.P., Creighton, J. & Duzan, H. 2004. Forestry herbicides in the United States: an overview. *Wildlife Society Bulletin*, 32(4):1020-1027.
- Simonsson, P., Gustafsson, L. & Östlund, L. 2014. Retention forestry in Sweden: driving forces, debate and implementation 1968-2003. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 1-20.
- Skogsstyrelsen. 2001. *Skogens pärlor, information om vald nyckelbiotop*. Ärendebeteckning: N 1618-2001. [online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/skogens-parlor/Nyckelbiotop/?objektid=2944092> [2014-09-03]
- Skogsstyrelsen. 2014a. *ÄBIN 2014, Norrbotten, ÄFO 3, 4, 5*. [online] Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Global/myndigheten/Skog%20och%20miljo/Tillstandet%20i%20Skogen/Algbetningsinventeringar/2014/Norrbottens%20l%C3%A4n/Norrbotten%20%C3%84BIN%20140818.pdf> [2015-02-03]
- Skogsstyrelsen, 2014b. *Skogsstatistisk årsbok 2014*. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Szabó, P. 2010. Why history matters in ecology: An interdisciplinary perspective. *Environmental Conservation*, vol. 37 (4):380-387.
- Thiffault, N. & Roy, V. 2011. Living without herbicides in Quebec (Canada): historical context, current strategy, research and challenges in forest vegetation management. *European Journal of forest research*, 130:117-133.



- Thompson Klein, J. 1990. *Interdisciplinarity: history, theory, and practice*. Wayne State University Press, Detroit. 332 s.
- Thörn, Å., Gustavsson, P., Sadigh, J., Westerlund-Hännestrand, B. & Hogstedt, C. 2000. Mortality and cancer incidence among Swedish lumberjacks exposed to phenoxy herbicides. *Occupational and Environmental Medicine*, 57:718-720.
- Valeur, C. 2014. *Björken – älskad, hatad och älskad igen*. I: Skogshistoriska sällskapet årsskrift. 32-40.
- Wagner, R.G., Newton, M., Cole, E.C., Miller, J.H. & Shiver, B.D. 2004. The role of herbicides for enhancing forest productivity and conserving land for biodiversity in North America. *Wildlife Society Bulletin*, 32(4):1028-1041.
- Willoughby, I., Balandier, P., Bentsen, NS., McCarthy, N. & Claridge, J. 2009. *Forest vegetation management in Europe: current practices and future requirements*. COST Office, Bryssel.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. Fourth edition. Prentice-Hall International, London. 663 s.
- Öckerman, A. 1993. *Städning i skogen. Om skogshygien, hyggesrensning och jägmästare*. C-uppsats i idéhistoria. Institutionen för idéhistoria, Umeå Universitet, Umeå.
- Örtenblad, Th. 1887. *Huru skola de norrländska skogarne väl förnyngas?* Skogsvännen 1887, s 17-23 & 33-42.
- Örtenblad, Th. 1893. *Om ordnad timmerblädning*. I: Om skogarne och skogshushållningen i Norrland och Dalarna. Bihang till Domänstyrelsens årsberättelse 1893.
- Östlund, L., Zackrisson, O. & Axelsson, A.-L. 1997. The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research*, 27:1198-1206.
- Östlund, L. & Zackrisson, O. 2000. The forest history of boreal Sweden: a multidisciplinary approach. I: Agnoletti, M. & Anderson, S. (eds.). *Methods and approaches in forest history*. 119-128. CABI Publishing, Wallingford; Storbritannien.

## Muntlig referens

Olofsson, Karl-Gerhard, pensionerad jägmästare (Domänverket). 2015. Intervju den 30 januari.

## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2014:18 Författare: Daniel Regemar  
Förutsättning för prediktion av NPK+, Blå målklass och vattenkemi utifrån GIS-analys?
- 2014:19 Författare: Shu Yao Wu  
The effects of soil scarification on humus decomposition rate in forests in British Columbia, Canada
- 2014:20 Författare: Wolfgang Nemec  
The growth dynamics of Douglas fir in Sweden and Finland – Application of the 3-PG stand growth model
- 2014:21 Författare: Jennifer McGuinness  
Effect of planting density and abiotic conditions on yield of *Betula pendula* and *Pinus sylvestris* seedlings in monoculture and mixture
- 2014:22 Författare: Emil Mattsson  
Zonerat skogsbruk – en möjlighet för Sverige
- 2014:23 Författare: Emma Borgstrand  
Plantors och trädets tillväxt efter schackrutehuggning och i konventionellt trakthyggesbruk
- 2014:24 Författare: Fredrik Eliasson  
Förutsättningar för virkesinriktad skogsodling med inhemska trädslag i Peru
- 2014:25 Författare: Torun Bergman  
Markanvändning och ekosystemtjänster i en gradient från borealt till alpint landskap – Vilhelmina Model Forest
- 2014:26 Författare: Molly Nord Gårdman  
Enskilda privata skogsägares inställning till skogsgödsling i Västerbottens län
- 
- 2015:1 Författare: Anders Henriksson  
Kan markfuktighetskartor användas för att hitta skogsmark med hög bonitet? – Ett GIS-baserat försök med DTW-index och laserskannad övre höjd
- 2015:2 Författare: Louise Magnusson  
Markberedning i blockrik terräng – En jämförelse mellan grävmaskin och harv
- 2015:3 Författare: Julia Ingelmark  
Död ved i vattendrag och kantzon, Blå målklassning och NPK+ - En studie av förhållandena på Villingsbergs skjutfält
- 2015:4 Författare: Malin Boström  
Do 25 years old skid tracks restrict growth and survival? – A study on growth conditions for the planted regeneration in a rainforest rehabilitation project
- 2015:5 Författare: Mikael Kullström  
Naturligt föryngrade huvudstammar i röjda bestånd etablerade efter plantering på SCAs mark
- 2015:6 Författare: Sara Waern  
Återskapande av biodiversitet i degraderad sekundär regnskog i Sabah, Malaysia – naturlig föryngring av träd efter restaureringsåtgärder

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)